



# DEN BRAVEN FRANCE

*« Unité de production »*

**LE MEUX (60)**

ETUDE Foudre

ANALYSE DE RISQUE ET ETUDE TECHNIQUE



## DEN BRAVEN

LE MEUX (60)

### ETUDE Foudre

#### Analyse de risque et étude technique foudre

Référence document

PFS 260608-1E

#### RESUME :

Cette note rassemble les éléments et les principaux points sensibles vis à vis du risque foudre, recueillis auprès des services de **DEN BRAVEN France**, concernant l'unité de production de mastics silicone et de colles située sur la commune de **LE MEUX**, département de l'Oise (**60**).

Elle a été réalisée avec le concours de **Melle Nathalie MANEYROL** du bureau d'étude **NM CONSEIL** réalisant le dossier d'autorisation d'exploiter, et de **MM BERTON et LASSALLE (DEN BRAVEN)**.

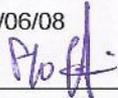
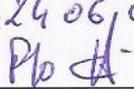
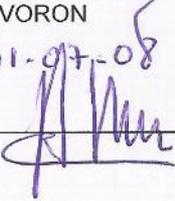
Cette étude est destinée à évaluer le risque foudre vis-à-vis de l'Environnement, de la sûreté des installations et de la sécurité du personnel. Elle rentre dans le cadre du dossier d'autorisation d'exploiter du site.

Elle se décompose, conformément au nouvel arrêté foudre du 15/01/2008, en deux parties:

- Analyse de risque (ARF) définissant la nécessité ou la non nécessité de protéger le site.
- Etude Technique (E.T) représentant les spécifications techniques de la protection contre les effets directs et indirects de foudre.

L'étude conclut à un risque négligeable sur les installations et les équipements (effets directs) ainsi que sur l'Environnement, de par l'importance des structures métalliques des bâtiments.

Néanmoins des dispositions de protection contre les surtensions (effets indirects) sont préconisées, notamment pour les équipements sensibles des organes de sécurité et de laboratoire.

| Rédacteur   | Vérificateur  | Approbation   | Révision |
|---|---|---|----------|
| Nom : P.MILLIO<br>Date : 09/06/08<br>Visa  | Nom : R. GOIFFON<br>Date : 24.06.08<br>Visa  | Nom : A.VORON<br>Date : 01.07.08<br>Visa  | A        |



| Diffusion : NM CONSEIL |  | PFS   |  |       |
|------------------------|--|-------|--|-------|
|                        | A l'att. de <u>Madame Maneyrol</u><br>79 du Contre Halage<br>94500 CHAMPIGNY<br>tel : 06 60 86 10 00<br>email : <a href="mailto:nmaneyrol@yahoo.fr">nmaneyrol@yahoo.fr</a> | 1 ex. | <u>Mr Alain Voron</u><br>09 rue des coquelicots<br>91540 Mennecy<br>tel : 01 64 99 79 02<br>email : <a href="mailto:alain.voron@wanadoo.fr">alain.voron@wanadoo.fr</a> | 1 ex. |
|                        | Société Den Braven   |       | Société Den Braven   |       |
|                        | Monsieur Berton Thierry<br><a href="mailto:tberton@denbraven.fr">tberton@denbraven.fr</a>  | 1 ex. | Monsieur Smadja Gilles<br><a href="mailto:gsmadja@denbraven.fr">gsmadja@denbraven.fr</a>   | 1 ex. |

| Rev | Chrono<br>secrétariat | Date     | Objet  |
|-----|-----------------------|----------|--|
| A   | PFS260608<br>1E       | 01/07/08 | Etude foudre (analyse de risque et étude technique). |



## SOMMAIRE

**RESUME** ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**1. PREAMBULE**..... **6**

**2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES DEN BRAVEN / NM CONSEIL & PFS**.....**5**

2.1 DOCUMENTS **PFS** ..... 7

2.2 DOCUMENTS **DEN BRAVEN / NM CONSEIL** ..... 7

2.3 RUBRIQUES SOUMISES A AUTORISATION ..... 8

**3. DEROULEMENT DE L'ETUDE** ..... **9**

3.1 GENERALITES SUR LA Foudre ..... 9

3.2 ANALYSE DES FACTEURS AGGRAVANTS OU DECLENCHANTS DES RISQUES ..... 9

3.3 INVENTAIRE DES INSTALLATIONS ..... 9

3.4 ANALYSE DES RISQUES LIES AUX EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS ..... 9

3.5 ETUDE TECHNIQUE / PRECONISATIONS ..... 9

3.6 CONCLUSIONS ..... 9

**4. GENERALITES & INTERACTIONS ENTRE LA Foudre ET LES INSTALLATIONS** ..... **10**

4.1 GENERALITES : LE PHENOMENE ORAGEUX ..... 10

4.2 LA Foudre ..... 10

4.3 LES PHASES DU PHENOMENE ..... 11

4.4 LES INSTALLATIONS DANGEREUSES ..... 11

4.5 INSTALLATIONS SENSIBLES ET EQUIPEMENTS (I.P.S.) ..... 12

4.6 ACCIDENTOLOGIE Foudre, STATISTIQUES ET RETOUR D'EXPERIENCE (REX) ..... 12

4.7 HISTORIQUE SINISTRES Foudre ET STATISTIQUES INTERNATIONALES ..... 13

4.7.1 *Statistiques internationales* ..... 13

4.7.2 *Analyse des causes des sinistres* ..... 15

**5. INVENTAIRE DES INSTALLATIONS** ..... **16**

**6. ANALYSE DU RISQUE Foudre** ..... **17**

6.1 DENSITE LOCALE DE Foudroiement ..... 17

6.2 RISQUES LIES AUX EFFETS DIRECTS ..... 18

6.2.1 *Principe général* ..... 18

6.3 RISQUES LIES AUX EFFETS INDIRECTS (SURTENSIONS) ..... 19

6.3.1 *Principe général* ..... 19

6.3.2 *Résultats pour les installations du site* ..... 20



|  |           |
|--|-----------|
| <b>7. ETUDE TECHNIQUE / PRECONISATIONS.....</b>  | <b>21</b> |
| 7.1 PRECONISATIONS CONTRE LES EFFETS <u>DIRECTS</u> .....                                      | 21        |
| 7.1.1 <i>Mise à la terre du bâtiment</i> .....   | 21        |
| 7.2 PRECONISATIONS CONTRE LES EFFETS <u>INDIRECTS</u> .....                                    | 21        |
| 7.2.1 <i>T.G.B.T. et Armoires Divisionnaires (A.D.)</i> .....                                  | 21        |
| 7.2.2 <i>COURANTS FAIBLES : Détection incendie, détection intrusion alarme (sirène),</i> ..... | 24        |
| 7.2.3 <i>Autocommutateur et Réseau Informatique</i> .....                                      | 24        |
| 7.2.4 <i>Luminaires extérieurs, candélabres</i> .....  | 25        |
| 7.2.5 <i>Groupes électrogènes</i> .....  | 25        |
| <b>8. RECEPTION &amp; CONTROLES DES INSTALLATIONS DE PROTECTION .....</b>                      | <b>26</b> |
| 8.1 RECEPTION INITIALE.....  | 26        |
| 8.2 VERIFICATIONS PERIODIQUES .....  | 26        |
| 8.3 VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES .....  | 27        |
| <b>9. TABLEAU DE SYNTHESE .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>10. CONCLUSIONS .....</b>   | <b>29</b> |



## 1. PREAMBULE

Le cabinet **NM CONSEIL** réalise le dossier d'autorisation d'exploiter de l'unité de production de mastics silicone et de colles de **DEN BRAVEN France** située sur la commune de LE MEUX, département de l'Oise.

Dans ce cadre **DEN BRAVEN France** désire connaître la situation de ses installations et équipements vis à vis du risque foudre.

Cette note apporte les mesures de protections obligatoires ou optionnelles pour l'ensemble des installations et équipements sensibles du site afin de répondre aux normes et législations en vigueur, en particulier à l'arrêté du 15/01/2008.

Ces solutions devront permettre de réduire d'une manière significative les risques, en particulier ceux découlant des effets indirects de la foudre (induction, conduction, rayonnements....), qui sont à l'origine de près de 80% des sinistres foudre recensés dans les statistiques internationales.

## 2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES : DEN BRAVEN / NM CONSEIL & PFS

Le présent dossier d'étude de protection contre les effets directs et indirects de la foudre s'appuie sur les textes et normes nationaux et internationaux.

Ces textes de références concernant la protection des installations contre les coups de foudre directs sont :

- **CEI 62 305-2** : Norme Européenne (lightning risk management)
- **Guide UTE C 17-100-2** : équivalence française à la **norme CEI 62305-2**
- **Norme NFC 17-100** : Protection contre la foudre – Protection des structures contre la foudre – Installation de paratonnerres (Décembre 1997).
- **Norme NFC 17-102** : Protection des structures et des zones couvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage (1995)
- **U.T.E.** : Interprétation des Normes Réf : 02-001 « *Prise en compte des coeff. C5 .....* » + « *limite pour la valeur d'avance à l'amorçage....* »
- **Norme NBN ENV 61024-1-1.** : Protection of structures against lightning–part I- general principles (1994) et additif 19 (2000) : Prénorme européenne basée sur les normes CEI 1024-1 et CEI 1024-1-1
- **Groupe d'Etude de Sécurité des Industries Pétrolière (GESIP) et Union des Industries Chimiques (UIC)** : Recommandations pour la protection des installations industrielles contre les effets de la foudre (document DT 67 – octobre 2000).
- **Norme NFPA - 780.** : Standards for the installation of lightning protection systems (1995).



Les textes de références concernant la protection des installations contre les effets indirects de la foudre sont :

- **Norme NF C 61-740** : Parafoudres pour installations basse tension (juillet 1995).
- **Guide UTE C 15-443** : Installations électriques à basse tension. Protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique. Choix et Installation de parafoudres (juillet 1996).
- **Norme CEI 1312-1** : Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre - Principes généraux (février 1995).
- **CEI 61 643-1** : Dispositif de protection contre les surtensions connectées aux réseaux de distribution BT (Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais)
- **NFC 15-100 (déc.2002 et juin 2003)** : Installation de parafoudres en B.T.

Le respect de ces textes rend l'installation de protection foudre conforme vis-à-vis des normes en vigueur.

## 2.1 DOCUMENT PFS

Offre référencée n° .....

## 2.2 DOCUMENTS DEN BRAVEN / NM CONSEIL

Ces documents nous ont été transmis par les services techniques de **DEN BRAVEN & NM CONSEIL** qui ont la responsabilité de l'exactitude de ces documents.

| INTITULE  | Fournis |
|---|---------|
| Plan masse  | oui     |
| Rubriques soumises à autorisation                     | oui     |
| Extrait du rapport de vérification électrique VERITAS | oui     |
| Synoptiques électriques                               | oui     |



### 2.3 Rubriques soumises à Autorisation :

L'unité de production de DEN BRAVEN France est une Installation Classée Pour l'Environnement soumise à Autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.)

A ce titre, cette installation est donc concernée par le nouvel arrêté du 15/01/2008 au titre des rubriques suivantes:

- **N° 1131** : *emploi et stockage de substances toxiques*
- **N° 1158** : *fabrication industrielle, emploi de diisocyanates de diphenylméthane (MDI)*
- **N° 1510** : *entrepôts couverts pouvant contenir des matières combustibles*
- **N°2920** : *installations de réfrigération ou compression*
- **N°2925** : *ateliers de charges d'accumulateurs*
- **N°2661** : *transformation de matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques*
- **N°2662** : *stockage de matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques*



### **3. DEROULEMENT DE L'ETUDE**

#### **3.1 Analyse des facteurs aggravants ou déclenchants des risques**

Dans le cadre du nouvel arrêté du 15/01/2008, seules les installations dont les risques vis à vis des personnes, de la sûreté des installations ou de l'environnement peuvent être aggravés ou déclenchés par la foudre, doivent faire l'objet d'une démarche de protection.

Le but de cette analyse est de définir précisément quels équipements ou installations peuvent avoir des interactions avec la foudre afin de limiter les préconisations aux solutions optimales assurant la sûreté des installations du site.

#### **3.2 Inventaire des installations**

Cet inventaire est limité aux installations dont les risques peuvent être aggravés ou déclenchés par la foudre. Il permet la connaissance des installations et sert de base pour la suite de l'étude, en particulier pour les préconisations.

#### **3.3 Analyse des risques liés aux effets directs et indirects**

Conformément à la norme française (NF C 17-100-2 et guide UTE C 15-443) et internationale (CEI 1024), toute étude de protection contre la foudre doit prendre en compte les probabilités d'occurrence des surtensions (effets indirects) et des coups de foudre frappant directement les structures (effets directs).

Ces probabilités d'incidents sont comparées aux risques résiduels acceptables par les normes afin de définir s'il est nécessaire d'installer une protection et si oui, quel niveau de protection doit être employé.

#### **3.4 Étude Technique / Préconisations**

Il s'agit, à la suite de cette étude, de proposer des améliorations ou des modifications des dispositifs de protection, que ce soit dans le cadre de la législation ou en tant que solutions optionnelles. Le but est de limiter les risques de perturbations sur certains équipements dont l'arrêt pourrait être préjudiciable tant à la sécurité des personnes qu'à la continuité de service.

#### **3.5 Conclusions**

Un tableau présente les conclusions des préconisations de protection complémentaire contre la foudre.



## 4. GENERALITES & INTERACTIONS ENTRE LA Foudre ET LES INSTALLATIONS

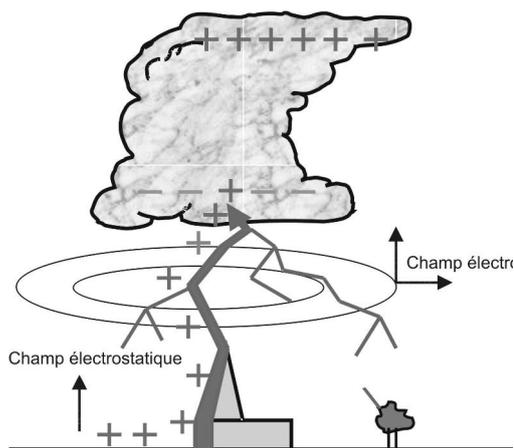
### 4.1 Généralités : Le phénomène orageux

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.

### 4.2 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.1 : Phénoménologie**

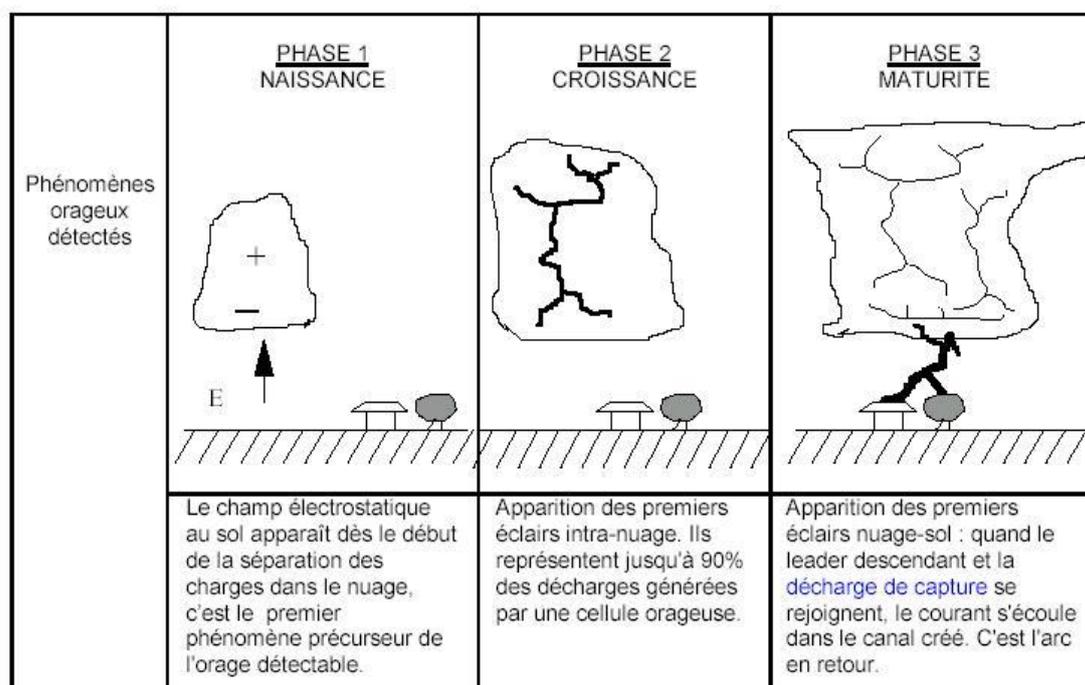
Des charges issues des nuages vont développer un traceur descendant.

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.

### 4.3 Les phases du phénomène

Une cellule orageuse se développe, 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. 2 : Tableau des phases du phénomène (Or. UTE Paris)**

### 4.4 Les 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.



#### 4.5 Installations sensibles et équipements (I.P.S.)

Les Equipements Importants Pour la Sécurité (E.I.P.S.), tels que les équipements gérant l'informatique, les centrales de détections (intrusion, alarme incendie...) et les installations téléphoniques (autocommutateur...), devront faire l'objet de mise à niveau concernant la protection contre les effets indirects de la foudre.

Si la ligne téléphonique devenait éventuellement indépendante de l'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 de l'opérateur pourrait aussi être endommagé. Cette ligne téléphonique deviendrait le seul moyen de communication avec les services de secours en cas de situation critique (blessé, incendie, dysfonctionnement grave.....).

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.

#### 4.6 Accidentologie foudre, statistiques et retour d'expérience (rex)

L'étude des accidents survenus sur des installations industrielles a pour objectif de cerner précisément les conséquences des défaillances étudiées.

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

La foudre et ses nombreux 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 sur certaines activités nécessitant le stockage et/ou le transfert de produits dangereux (explosion, pollution et toxicité).

- Entrepôt de matériel électrique à Nîmes (30), en 2000.

L'expertise des sinistres a révélé les faits suivants :

*« Lors d'une activité orageuse violente, la foudre tombe sur une lampe d'éclairage installée en haut d'un pylône destiné à éclairer le stockage extérieur. La foudre est remontée jusqu'à l'armoire divisionnaire et a déclenché un violent incendie. L'absence de protection par parafoudres ou paratonnerres 'a été constatée. Le bâtiment a été détruit en totalité. Il est à noter que ce grossiste en matériel électrique stockait des protections parafoudres pour ses clients électriciens ».*

**Retour d'expérience** : L'unité de production de **DEN BRAVEN France**, ne devrait pas posséder de candélabres fixés au-dessus de la ligne de façage. Les centrales d'alarmes incendie devraient par contre être protégées par parafoudres au niveau du TGBT.

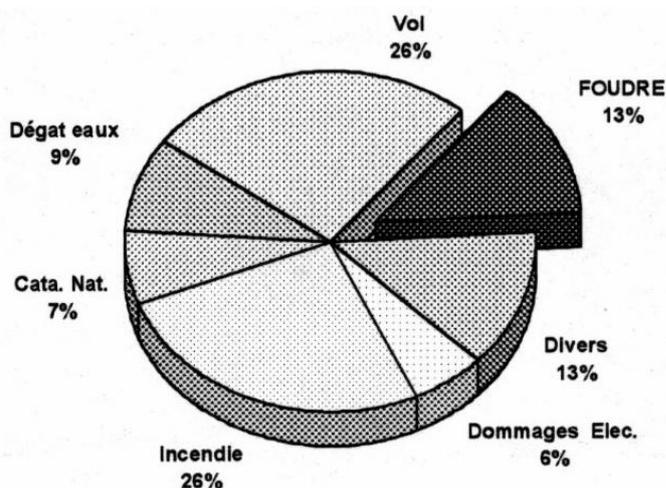
#### 4.7 Historique sinistres foudre et statistiques internationales :

Différents incidents sont survenus mais n'ont pu être totalement identifiés comme les conséquences de phénomènes de foudre

##### 4.7.1 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 1992 à 1997 :



**Fig.3 : 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 1998.

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

|   |             |
|---|-------------|
| - Coupures d'élec. et télécom :           | 51 %        |
| - <b>Foudre :</b>                         | <b>11 %</b> |
| - Dégâts des eaux (orage) :               | 7 %         |
| - <b>Dommages élec. (surtensions ?) :</b> | <b>20 %</b> |
| - Pannes de UPS, air conditionné :        | 24 %        |

**Fig.4 : 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 en Télécommunication

Les conséquences des sinistres dans les domaines des télécommunications sont devenues excessivement contraignantes pour les nouveaux centraux téléphoniques.

Ayant développé à une cadence effrénée les réseaux, les opérateurs et intégrateurs ont négligé les risques liés aux effets de la foudre ainsi que les risques liés à l'implantation d'antennes sur des sites sensibles et exposés : silos, hôpitaux, sommets, etc...

#### 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) :

| <u>Nature des accidents</u> | <u>Nombre</u> | <u>%</u> |
|-----------------------------|---------------|----------|
| Morts                       | 3             | 9.4      |
| Blessés                     | 6             | 18.8     |
| Dégâts matériels internes   | 30            | 93.8     |
| Dégâts matériels externes   | 4             | 12.5     |
| Perte de production         | 17            | 53.1     |
| Evacuation/Confinement      | 6             | 18.8     |
| Pollution atmosphérique     | 5             | 15.6     |
| « des eaux de surface       | 12.5          |          |
| Contamination des sols      | 3             | 9.4      |

**Fig.5 : 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.



#### **4.7.2** *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, notamment lorsque les responsabilités sont "diluées".

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). Ce contrôle est par ailleurs souvent effectué par des techniciens raisonnant en basse fréquence et non sensibilisés au risque foudre (H.F.).

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.



## 5. INVENTAIRE DES INSTALLATIONS :

L'unité de production de **DEN BRAVEN France** a pour activité principale la fabrication de mastics silicone, de colles et de mousses polyuréthane.

Le site comporte un seul bâtiment principal (bureaux et ateliers de fabrication et stockage).

|   |   |
|---|---|
| <i>BÂTIMENT Dimensions /<br/>Élévation</i>              | L : 114 m environ x l : 107 m environ x H : 9 m environ   |
| <i>Structures</i>                                       | IPN et charpentes métalliques, façades bardage métallique,  |
| <i>Toitures</i>   | Toitures terrasse   |
| <i>Contenu et activités</i>                             | bureaux, ateliers de fabrication, zones de stockage ,<br>laboratoire.   |
| <i>Rubriques I.C.P.E. soumises à<br/>Autorisation</i>   | 1131 / 1158 / 1510 / 2920 / 2925 / 2661 / 2662  |
| <i>Alimentation électrique</i>                          | En souterrain, un poste de transformation.<br>1 TGBT et 10 armoires divisionnaires, régime de neutre IT   |
| <i>Réseau de terre</i>                                  | Boucle de fond de fouille : tresses constatées sur le site, et<br>le rapport de vérification électrique fait référence au réseau de<br>terre mais pas sa continuité !   |
| <i>Equipements</i>                                      | Téléphonie, informatique, autocom, onduleur, automates de<br>laboratoires, malaxeurs, mélangeurs, appareils de mesures,<br>local de charge  |
| <i>Equipements importants pour<br/>la sécurité.</i>     | détection + automatismes contre incendie, RIA, centrale anti-<br>intrusion  |
| <i>Risques électriques</i>                              | Une interruption de service de l'alimentation serait<br>préjudiciable à la sécurité et surtout au bon fonctionnement<br>des installations dont les appareils de mesures du laboratoire<br>ainsi que le malaxeur et mélangeur. |
| <i>Installations de protection<br/>contre la foudre</i> | 2 paratonnerres à dispositif d'amorçage de marque Franklin<br>modèle St Elme.   |

### Commentaires :

A noter l'absence de protection par parafoudres contre des surtensions malgré la présence des 2 PDA (paratonnerres à dispositif d'amorçage).

Les deux paratonnerres sont interconnectés entre eux en toiture terrasse. Leur compteur foudre indique chacun deux impacts depuis leur installation en 1998.

Ces deux paratonnerres sont des modèles d'ancienne génération non testables à distance et dont le système Piezo a été de nombreuses fois remis en question par l'INERIS.

Une cheminée en métal est installée à proximité d'un des paratonnerres : voir photo n°1 ci-dessous.

La présence de masses métalliques (conduits de ventilation) à proximité des descentes des paratonnerres est également à signaler.



Un auvent, semi ouvert et en structure métallique, est situé à proximité du bâtiment en façade sud ouest .Il recouvre une benne servant à stocker momentanément des déchets industriels.

15 cuves (CSMP), de grande dimension contenant des matières premières, sont installées à l'intérieur du bâtiment.



Photo n.1 : cheminée à proximité du PDA

## 6. ANALYSE DU RISQUE Foudre

### 6.1 Densité locale de foudroiement

Pour le choix de protection de certains sites, la densité de foudroiement  $N_g$  est déterminée grâce aux données METEORAGE. Pour la commune de **LE MEUX** dans le département de l'Oise on obtient une valeur de :

$$N_g = \mathbf{0,54} \text{ impacts de foudre/km}^2/\text{an.}$$

$$\text{Soit } N_{g_{\max}} = 2 \times N_g = 1,08 \text{ impacts de foudre/km}^2/\text{an.}$$

Cette valeur  $N_g$  est inférieure à la moyenne nationale (0,8 coups/km<sup>2</sup>/an) et place la commune de **LE MEUX** au 26224<sup>ème</sup> rang national (densité d'arcs de 1,14/an/km<sup>2</sup>).



## 6.2 Risques liés aux effets directs

### 6.2.1 Principe général

La norme NF C 17-100-2 définit une nouvelle méthode d'évaluation du risque de foudroiement et de choix du niveau de protection.

Cette méthode traite des dommages causés par les effets directs et indirects sur les structures à protéger.

L'évaluation prend en compte le risque de foudroiement et les facteurs suivants :

- densité locale de foudroiement,
- environnement de la structure,
- type de construction,
- contenu de la structure,
- occupation de la structure,
- conséquences d'un foudroiement.

L'analyse du risque des effets directs pour le site de **DEN BRAVEN France** aboutit au niveau de protection **4**.

Ce résultat se justifie principalement par :

- une densité locale de foudroiement inférieure à la moyenne nationale.
- des structures essentiellement métalliques constituant une cage de Faraday et donc une cage maillée naturelle.

La feuille de calcul (17100-2) correspondante ainsi que sa notice d'explication est jointe en annexe 1.

### **Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une protection de NIVEAU 4 pour les effets directs de la foudre :**

*Toutefois, compte tenu des structures essentiellement métalliques, celles-ci constituent une cage de Faraday permettant un écoulement naturel d'éventuel impact direct de foudre vers la terre. Dans ce cas, une protection de l'ensemble des structures par paratonnerre n'est pas nécessaire.*

En effet, un impact direct de foudre serait d'abord capté par la charpente métallique du bâtiment. Le courant de foudre résultant se trouvera divisé par les nombreux chemins offerts par la structure métallique reliée à la boucle de fond de fouille - à condition que la continuité électrique soit assurée.



Un impact direct sur une structure en béton n'aurait par ailleurs pas de conséquence sur l'environnement.

Nota : Le choix d'une protection contre les effets directs par un paratonnerre à dispositif d'amorçage est souvent précipité et seule une étude de faisabilité peut démontrer leur opportunité dans certains cas. Cette installation de paratonnerre peut être réellement un élément de protection utile si la toiture du site comporte par la suite des masses métalliques importantes (type : climatiseurs, compresseurs, panneaux photovoltaïques.....).

### 6.3 Risques liés aux effets indirects (surtensions)

#### 6.3.1 Principe général

Pour déterminer le besoin de protection d'une installation électrique contre les risques de surtension, la méthode du guide UTE C 15-443 est utilisée. Néanmoins la nouvelle méthode UTE C 17-100-2 est jointe en annexe et aboutit aux mêmes conclusions. Elle tient compte d'une part des critères propres au site et d'autre part, des caractéristiques des équipements qui se trouvent à l'intérieur de l'installation à protéger.

Les éléments à considérer pour l'évaluation des risques liés aux effets indirects sont :

- la densité locale de foudroiement,
- la nature du réseau de distribution électrique, (aérien, souterrain)
  
- la topographie du lieu,
- les caractéristiques des matériels à protéger,
- type des process

Ces éléments permettent de définir le risque G de détérioration des équipements et leur exposition F aux surtensions.

Le risque G de détérioration des équipements est donné par l'expression suivante :

$$G = S + M + I$$

*S* : la sensibilité des équipements,

*M* : leur coût,

*I* : leur indisponibilité et ses conséquences.

#### L'exposition aux surtensions

L'exposition F aux surtensions est donnée par l'expression suivante :

$$F = N_g \times (1 + 2.L_{BT} + T_{HTA} + \delta)$$



$N_g$  : densité de foudroiement (nombre d'impact / km<sup>2</sup> / an)

$L_{BT}$  : la longueur en km de la ligne basse tension aérienne alimentant l'installation (plafonnée à 0,5).

$T_{HTA}$  : paramètre dépendant du réseau HTA alimentant le poste HTA/BT

$\delta$  : Coefficient prenant en compte la situation de la ligne aérienne et celle de l'installation. On prend la valeur maximale résultante des situations ci-dessous.

### 6.3.2 Résultats pour les installations du site.

| Site                       | Equipements  | $L_B$ | $T_H$ | $\delta$ | F    | S | M | I | G | Evaluation               |
|----------------------------|--|-------|-------|----------|------|---|---|---|---|--------------------------|
|                            |  | T     | TA    |          |      |   |   |   |   |                          |
| DEN BRAVEN<br>Le Meux (60) | Téléphonie,<br>Informatique,<br>autocom, onduleur,<br>automates du<br>laboratoire,<br>malaxeurs,<br>mélangeur. | 0,5   | 0     | 0,5      | 1,35 | 3 | 2 | 2 | 7 | Protection<br>conseillée |

Tableau 1 : Résultats de l'évaluation des risques de surtension.

Une protection par parafoudres est **conseillée** pour les systèmes mentionnés dans le tableau ci-dessus, ainsi que pour les équipements électriques et téléphoniques, dont la perte entraînerait une interruption de service partielle.

L'installation de parafoudres est également **recommandée**, dans le cadre de la nouvelle législation du 15/01/2008, au niveau TGBT et sur les armoires divisionnaires alimentant :

- Certaines installations sensibles alimentant les organes de sécurité, mais également certains organes stratégiques dont les malaxeurs, mélangeurs et appareils de mesures et de contrôles du laboratoire de recherche et développement
- Les câbles coaxiaux des paraboles et antennes en toiture,
- La téléphonie dédiée aux appels de secours.



## 7. ETUDE TECHNIQUE / PRECONISATIONS

### 7.1 Préconisations contre les effets directs.

L'analyse du risque précise que l'installation d'un système de protection contre les effets directs de la foudre pour l'ensemble du site n'est pas nécessaire pour les raisons suivantes :

- nature des structures des bâtiments constituant essentiellement une cage de Faraday permettant un écoulement naturel d'un éventuel impact de foudre vers la terre ;
- densité locale de foudroiement inférieure à la moyenne nationale ;

Il n'est donc pas nécessaire de remplacer les paratonnerres existants. Il est possible soit de les maintenir en l'état soit de les supprimer.

En cas de volonté de les maintenir ceux-ci constitueront une surprotection dont il convient toutefois d'en faire vérifier le bon fonctionnement annuellement.

Par ailleurs, toutes les masses métalliques à proximité d'une des descentes de mise à la terre des paratonnerres devront être interconnectées avec celles-ci.

CHEMINEE DE LA CHAUFFERIE : il sera nécessaire d'installer une pointe paratonnerre coudée en inox au-dessus de la cheminée et reliée à la terre par sa propre descente et sa propre prise de terre. Une interconnexion des descentes du PDA et de la pointe de la cheminée sera également à réaliser (norme NFC17100).

#### 7.1.1 Mise à la terre

Boucle de fond de fouille : tresses constatées sur certains IPN du site. Le rapport de vérification électrique fait également référence au réseau de terre.

### 7.2 PRECONISATIONS CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

#### 7.2.1 T.G.B.T. et Armoires Divisionnaires (A.D.)

Il est conseillé, dans un premier temps, de doter le TGBT, alimentant les A.D. des organes importants pour la sécurité ainsi que des équipements vitaux pour le bon fonctionnement du site, de parafoudres de type 1.

En cas de maintien ou remplacement des paratonnerres existants la norme NFC 15100 de juin 2003 stipule l'obligation de protéger par parafoudres le TGBT ainsi que les armoires divisionnaires alimentant les organes de sécurité. La nécessité normative d'installer une pointe caprice sur la cheminée de la chaufferie implique l'obligation de protéger le TGBT par parafoudre de type 1.

Il est également conseillé de compléter la protection des armoires divisionnaires alimentant les organes de sécurité de parafoudres de type 2 ainsi que celles dont la perte d'alimentation provoquerait une interruption de service économiquement non tolérable dont :



Téléphonie, informatique, autocom, onduleur, automates du laboratoires, malaxeurs, mélangeurs.

De même, les câbles coaxiaux des paraboles, d'antennes tv et d'éventuelles futures caméras de surveillance (destinées à assurer la sûreté ainsi que la sécurité du personnel) devraient être protégés par des parafoudres coaxiaux.

Marques de parafoudres conseillées : Dehn, Phoenix Contact, Soulé ou équivalent.

#### Référence aux normes, principes et caractéristiques suivants :

Les sections 4-443 et 7-771.443 de la norme NFC 15 100 définissent les paramètres des parafoudres à installer sur les T.G.B.T. ainsi que sur les armoires divisionnaires alimentant des fonctions critiques et importantes pour la sécurité :

T.G.B.T. : parafoudre de type 1 onde 10/350 avec un courant  $I_{imp}$  de 12,5 Ka minimum équipé d'un dispositif de déconnexion. La norme NF EN 61643-11 impose que ces parafoudres soient soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 $\mu$ s ( $I_{imp}$ ).

Armoires Divisionnaires : Chacune d'elles pourra être protégée par un parafoudre de type 2 et de tension résiduelle plus faible de courant  $I_n$  de 5 kA minimum répondant à des tests en onde de courant 8/20 $\mu$ s ( $I_{max}$  et  $I_n$ ).

#### Contraintes d'installation :

Les parafoudres « énergie » seront installés en parallèle sur la ligne qui alimente l'équipement à protéger.

Si aucune protection de court circuit n'est disposée en amont, des fusibles sur sectionneur seront mis en série (sur la branche parafoudre). Si le fusible existe, le parafoudre sera toujours monté après ce dernier, c'est à dire entre le fusible et l'équipement à protéger.

Le fusible peut être remplacé par un disjoncteur. En cas de trop forte sensibilité celui-ci peut disjoncter sur courant de suite du parafoudre.

La longueur totale de la liaison entre la masse de référence et la ligne doit être la plus courte possible.

Les parafoudres bas niveau seront installés en série sur les paires filaires et seront mis à la même référence de masse que celle de l'équipement à protéger.

Le type de régime de neutre de l'énergie déterminera le type de parafoudre à installer.

Les parafoudres énergie seront de deux types :

**type 1** : protection entre zone extérieure fortement perturbée et zone intérieure ; auront une résiduelle forte mais adaptée aux équipements électrotechniques,

**type 2** : protection entre zone extérieure faiblement perturbée et zone intérieure ou entre zone extérieure fortement perturbée et zone intérieure ; auront une résiduelle faible.

Les parafoudres de type 2 seront mis en série avec les parafoudres de type 1 avec une distance de coordination de 15 m entre eux. Les parafoudres du type 2 doivent être positionnés le plus près



de l'équipement à protéger.

Les parafoudres de type 1 + 2 ont les caractéristiques d'entrée (perturbation) du type 1 et de sortie (résiduelle) du type 2.

Les parafoudres de type 1 ne seront pas télé surveillés. Les parafoudres de type 2 pourront être télé surveillés et un voyant d'état du composant signalera sa défaillance.

Pour les parafoudres de type 1

|                                     |     |                              |
|-------------------------------------|-----|------------------------------|
| Tension max de régime permanent     | Uc  | selon la tension réseau      |
| Courant de fonctionnement permanent | Ic  | selon la puissance installée |
| Niveau de protection                | Up  | 2,5 kV                       |
| Courant max de décharge             | Imp | 12,5 kA                      |
| Forme du courant                    |     | 10/350 µs                    |
| Mode de protection                  |     | Phase / terre                |

Pour les parafoudres de type 2

|                                     |                  |                              |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|
| Tension max de régime permanent     | Uc               | selon la tension réseau      |
| Courant de fonctionnement permanent | Ic               | selon la puissance installée |
| Niveau de protection                | Up               | 1,5 kV                       |
| Courant de décharge                 | In               | 5 kA                         |
| Courant de décharge max             | I <sub>max</sub> | 10 kA                        |
| Forme du courant                    |                  | 8/20 µs                      |
| Mode de protection                  |                  | Phase / terre                |
| Télésurveillance                    |                  | voyant ou contact            |

Marques de parafoudre conseillées (NFC 61 740) : Dehn, Phoenix, Soulé ou équivalent.



### **7.2.2 COURANTS FAIBLES : Détection incendie, RIA, détection intrusion.**

*De par la longueur des liaisons et le faible niveau de tension du signal, ces liaisons sont des vecteurs d'entrée des perturbations rayonnées par la foudre.*

Outre la protection des centrales au niveau de leur alimentation électrique, des parasurtenseurs (choisis en fonction de la connectique requise, du niveau de tension du signal, du débit de transmission ou de la bande de fréquence) pourront être opportuns au niveau de certaines balises déportées.

### **7.2.3 Autocommutateur et Réseau Informatique**

La protection foudre de l'alimentation électrique de l'autocommutateur ainsi que du serveur informatique pourra être assurée.

Afin de se prémunir des surtensions arrivant par les lignes téléphoniques sortant du bâtiment (lignes provenant de l'extérieur du site ou lignes internes desservant d'autres bâtiments), il est nécessaire de mettre en place une protection adéquate.

En raison du grand nombre de lignes pouvant être connectées à l'autocommutateur, il est essentiel d'optimiser la protection de l'autocommutateur en différenciant les différents types de lignes :

- Les lignes provenant de l'extérieur du site : ces lignes doivent être protégées en raison de leur importance stratégique,
- Les lignes internes au site et cheminant vers un éventuel autre bâtiment que celui renfermant l'autocommutateur.

Il faut distinguer deux cas :

- la ligne est raccordée à un appareil possédant une alimentation 230 V :  
*Il faut systématiquement protéger la ligne côté autocommutateur.*
- La ligne est raccordée à un poste simple (sans alimentation 230 V) :  
*Une protection est conseillée lorsque la ligne est longue (environ 50 à 100 m) en raison du couplage capacitif de la ligne avec la terre,*

Les lignes internes restant dans le même bâtiment que l'autocommutateur: la protection par parafoudre serait nécessaire. En revanche, il est intéressant d'utiliser les chemins de câbles métalliques comme écrans protecteurs vis à vis du rayonnement.

Dans ce cas, la continuité électrique des chemins de câbles doit être assurée sur toute leur longueur.

Les parasurtenseurs à installer seront choisis en fonction de la connectique requise, du niveau de tension du signal, du débit de transmission ou de la bande de fréquence.

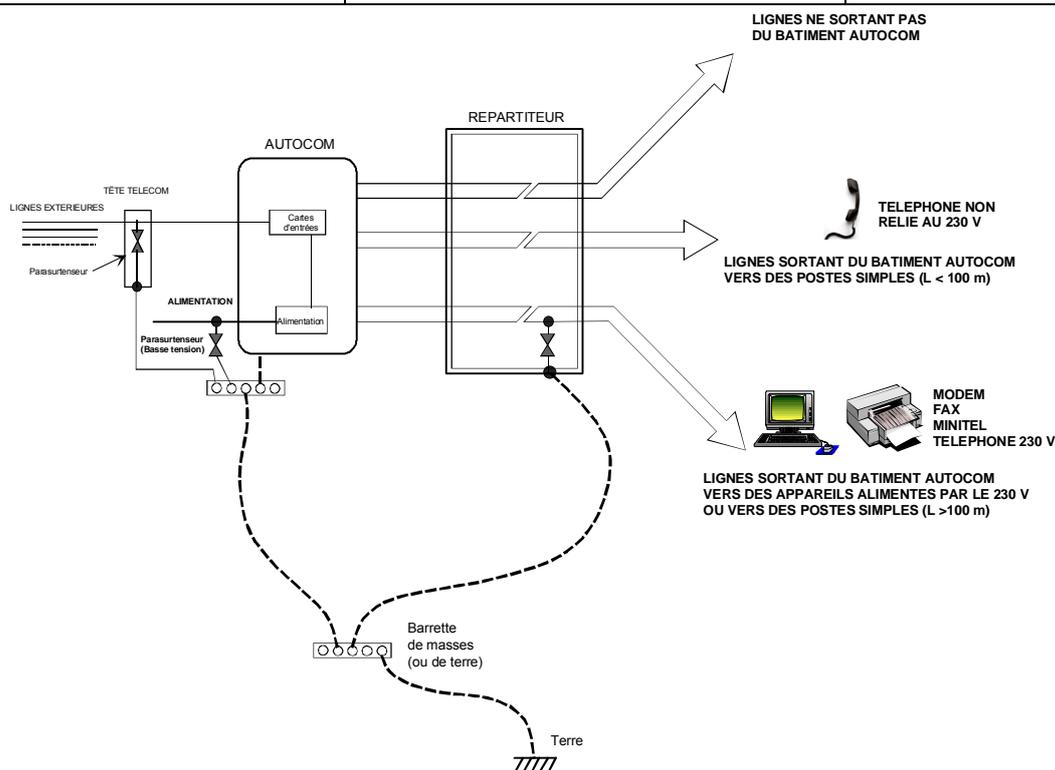


Fig. 6 : Installations Télécom : principe de protection

#### 7.2.4 Luminaires extérieurs: candélabres

Le retour d'expérience (Rex) a montré qu'un impact de la foudre sur la périphérie d'un entrepôt est probable, en particulier sur les points culminants - candélabres, poteaux d'éclairages... -, et les conséquences importantes.

Aussi, nous préconisons l'installation d'éclairages extérieurs toujours en dessous de la ligne de faîtage ou des chenaux afin qu'ils ne deviennent pas les points proéminents du bâtiment. Ceci est également valable pour les antennes radio, TV, recherche de personnes, paraboles... etc., et ce quel que soit le type de matériaux utilisés pour leur fabrication. Si leur structure est métallique, leur masse devra être systématiquement reliée à toute structure métallique à proximité.

#### 7.2.5 Groupes électrogènes : sans objet pour information

En cas de rupture de réseau EDF due à la foudre, un système de prévention (détecteur local d'orage) peut être utile, en particulier pour la mise en fonctionnement du groupe électrogène.

La détection électrostatique locale d'orage, de par sa fiabilité et sa capacité à donner plusieurs alertes successives en fonction du rapprochement (ou de l'éloignement) du danger, peut être utilisée pour améliorer la sécurité sur les sites: sécurité du personnel en l'avertissant du danger, sécurité des biens par l'arrêt des manipulations dangereuses et l'isolation des productions sensibles.

Seule une étude de prévention ultérieure peut apporter les éléments de réponse quant au choix d'un tel dispositif.



## 8. RECEPTION & CONTROLES DES INSTALLATIONS DE PROTECTION

### 8.1 Réception initiale

Lors de la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une inspection finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes, doit être faite et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de captures et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de sécurité,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'oeuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes à dispositif d'amorçage pour les PDA par dispositif testeur à distance,
- Interconnexion des prises de terre entre elles.

Ces vérifications sont visuelles. Il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'oeuvre).

La mission de réception initiale comportera l'inspection du parafoudre : caractéristiques, respect des règles de l'art (liaison barrette < à 50 cm),

Le maître d'oeuvre devra également mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la réception, le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminement des liaisons masses, implantation du parafoudre dans les armoires et respectant toutes les recommandations de l'étude préalable, fiche technique de tests en laboratoire des produits installés.

### 8.2 Vérifications périodiques

La NF C 17-100 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en oeuvre sur la structure à protéger.

| Niveau de protection | Périodicité normale | Périodicité renforcée |
|----------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>I</i>             | <i>2 ans</i>        | <i>1 an</i>           |
| <i>II</i>            | <i>3 ans</i>        | <i>2 ans</i>          |
| <i>III</i>           | <i>3 ans</i>        | <i>2 ans</i>          |
| <b>IV</b>            | <b>4 ans</b>        | <b>3 ans</b>          |



La périodicité renforcée sera mise en place en cas d'atmosphère corrosive.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système.

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et qui ne sont pas forcément intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques. Comment savoir si une surcharge ou des amorçages trop fréquents n'ont pas eu d'incidences sur le bon fonctionnement des parafoudres installés ?

Si une démarche de vérification est mise en place, elle devra comporter une mission de contrôle de l'état des modules à l'aide de valise test (valise CHECKmaster ou autre), avec affichage des résultats des essais et raccordement par interface sur imprimante et PC afin d'exploiter les données et de les incorporer au **Carnet de Bord** qui doit être mis à la disposition de l'inspecteur de la DRIRE en charge de l'établissement.

### 8.3 Vérifications supplémentaires

Le nouvel arrêté du 15/01/2008 impose une vérification des installations de protection contre la foudre suite aux événements suivants :

- Installation de protection contre la foudre,
- Exécution de travaux sur ou à proximité des installations protégées. Cette vérification devra être effectuée conformément aux recommandations du chapitre 4.2 de la NF C 17-100,
- Une période orageuse dans la région,
- Tout impact sur les installations protégées : procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique,
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Si des perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.



## 9. TABLEAU DE SYNTHÈSE

| Site :  | Fonction et structures à protéger  | Obligation | Optimisation |
|---|--|------------|--------------|
| <b>DEN BRAVEN<br/>Commune de<br/>Le Meux (60)</b> |  |            |              |
| <b>Ensemble du site</b>                           | <b>I.E.P.F (Installation extérieure de protection foudre)</b><br><br>Remplacement ou maintien des paratonnerres existants en cas de surprotection<br><br>Campagne de mesures de continuités électriques    | X          | X            |
| Cheminée de la<br>chaufferie                      | Installation d'une pointe caprice coudée en inox avec sa propre descente de mise à la terre et sa propre prise de terre.<br>Interconnexion avec la descente du PDA à proximité.                            | X          |              |
| Masses<br>métalliques en<br>toiture               | Interconnexion avec les descentes des paratonnerres (pour les masses situées à proximité de celles-ci)   | X          |              |
| <b>TGBT</b>                                       | <b>I.I.P.F (Installation intérieure de protection foudre)</b><br><br>Protection par parafoudre type 1 (Imax onde 10/350µs : 25kA Up >1.5Kv)  | X          |              |
| Armoires<br>divisionnaires<br>(AD)                | Protection par parafoudres type 2 : AD alimentant les organes de sécurité et équipements importants pour le bon fonctionnement du site :<br>Caractéristiques :<br>(onde 8/20 µs<br>In 40 kA et Up <1.4kV). |            | X            |
| Antennes<br>paraboles et                          | Protection par parafoudres coaxiaux (coaxstop.)  |            | X            |
| Missions<br>d'ingénierie                          | Assistance à Maître d'Ouvrage<br>Cahier des charges, CCTP, DCE<br>Réception initiale<br>Formation  | X          | X<br>X<br>X  |



## 10. CONCLUSIONS

Cette étude foudre a permis d'évaluer les risques et de préciser quelles sont les protections à mettre en œuvre d'une manière obligatoire et celles qui peuvent être installées à titre d'optimisation.

D'une manière générale, le site de **DEN BRAVEN France, située sur LE MEUX (60)**, n'a pas d'obligation légale de se protéger contre les effets directs de la foudre (selon la méthode du guide UTE C 17-100-2 jointe en annexe) pour les raisons suivantes :

- Structures essentiellement métalliques et constituant ainsi une cage de Faraday. Celles-ci permettent un écoulement naturel vers la terre d'éventuels impacts directs de foudre. Cette solution peut être retenue à condition que ces structures soient interconnectées avec le réseau général de terre (boucle de fond de fouille) et que les organes de sécurité soient protégés contre d'éventuelles surtensions par des parafoudres adaptés.
- Densité locale de foudroiement inférieure à la moyenne nationale.

Par contre il sera nécessaire d'installer une pointe coudée caprice au dessus de la cheminée de la chaufferie, pointe reliée à la terre par sa propre descente et prise de terre.

Une interconnexion avec les descentes de mise à la terre des paratonnerres sera à réaliser pour toutes les masses métalliques situées à proximité de celles-ci.

D'autre part, concernant les effets indirects (surtensions..) beaucoup plus fréquents (voir chapitre § 4), il est OBLIGATOIRE en présence de pointe paratonnerre (cheminée de la chaufferie) voir norme NFC 15100 de juin 2003, de réaliser une protection par parafoudres, à partir du TGBT au minimum, ainsi qu'au niveau de certaines armoires divisionnaires (A.D.).

Ces derniers alimentant tous les équipements importants pour la sûreté et le bon fonctionnement des installations (centrale incendie, alarme, détection incendie, détection intrusion, informatique, autocom, automates de mesures et contrôles du laboratoire, malaxeur, mélangeur,...).

Ces protections rentrent également dans le cadre de la sécurité des travailleurs.



Pour qu'une installation de protection contre la foudre soit conforme aux présentes normes, elle doit également suivre une méthodologie spécifique d'Ingénierie, afin d'assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens par une maîtrise d'oeuvre optimale.

Cette démarche structurée doit également être réalisée par des acteurs compétents et indépendants et peut être confiée à un seul entrepreneur proposant des opérations clé en main. Elle est constituée des phases suivantes :

- Consultation des entreprises à partir de ce C.C.T. et aide au choix (comparatif),
- Assistance et suivi des travaux (A.M.O.) : organisation de réunions préalables, visites de chantier régulières avec C.R.,
- Réception de travaux en fin de chantier accompagnée du P.V. de réception,
  
- Formation continue aux risques foudre, en intra, destinée au personnel et aux techniciens afin de répondre au décret du 05 novembre 2001 (code du travail).
- Réalisation du Carnet de Bord (document unique Risque Foudre de l'Installation).
- Vérifications réglementaires : la mission consiste à accompagner l'organisme de contrôle dans sa tâche, en lui transmettant les dossiers réglementaires.



**ANNEXE 1**

**Analyse du risque foudre UTE C 17 100-2**



|  |  |
|--|--|
| SITE de <b>DEN BRAVEN</b> France<br>Bâtiment principal   |  |
| Commune de <b>LE MEUX</b> (60)   |  |
| <b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b><br><b>UTE C 17-100-2</b>   |  |
| Densité locale de foudroiement<br><b>Ng</b> : nombre d'impact /km <sup>2</sup> /an                     | 0,54.  |
| Type de local <b>Lf</b> : <b>INDUSTRIE</b>   | 0,05   |
| Emplacement relatif <b>Cd</b> : <b>entouré par des objets ou arbres de même hauteur ou plus élevés</b> | 0,25   |
| Dimensions du bâtiment L, W, H (m):  | 114m / 107m / 8m<br>hauteur maximale 9m          |
| Surface équivalente d'exposition : <b>Ad</b> (m2):   | 24614  |
| Type de sol <b>ra</b> : agricole, béton  | 0,01   |
| Type de transformateur <b>Ct</b> : <b>alimentation enterrée</b>  | 1  |
| Mesure contre les tensions de pas <b>Pa</b> : <b>aucune</b>  | 1  |
| Type d'Environnement de la structure <b>Ce</b> : suburbain   | 0,5  |
| Performances des protections adoptées : <b>Pms</b>   | 1  |
| Protection effets directs : <b>Pb</b>  | 1  |
| Protection effets indirects : <b>Pspd</b>  | 0,03   |
| Disposition contre le risque incendie <b>r</b> : <b>installations automatiques</b>                     | 0,2  |
| Risque incendie : <b>rf</b> : <b>ordinaire</b>   | 0,01   |
| Danger pour l'évacuation des personnes <b>h</b> : pas de danger d'évacuation                           | 1  |
| Ra pour R1   | 3,30 <sup>E-09</sup>                             |
| Rb pour R1   | 3,30 <sup>E-07</sup>                             |
| Rc pour R1   | 0  |
| Rm pour R1   | 0  |
| Ru pour R1   | 9,43 <sup>E-11</sup>                             |
| Rv pour R1   | 9,43 <sup>E-09</sup>                             |
| Rw pour R1   | 0  |
| Rz pour R1   | 0  |
| Valeur du coefficient R1   | 3,43 <sup>E-07</sup>                             |
| Valeur du Risque tolérable Rt  | 0,00001  |
| Le risque R1 est inférieur au risque tolérable   | Protection naturelle suffisante                  |
| Niveau de Protection effets directs :  | <b>Niveau 4</b><br><b>Protection optionnelle</b> |
| Niveau de Protection par parafoudres:<br><b>protection conseillée</b>                                  | <b>Niveau 3 &amp; 4</b>                          |



**ANNEXE 2**

**NOTICE EXPLICATIVE : NF C 17 100-2**



## GUIDE UTE C 17 – 100 - 2

### Notice explicative du mode d'Evaluation des Risques

Ce guide s'appuie sur la norme internationale CEI 62305- 2. Il donne une méthode complète et globale d'évaluation du risque foudre. Il annule et remplace les annexes B des normes NF C 17-100 et NF C 17-102 (*Guide d'évaluation du risque de foudroiement et choix du niveau de protection pour une IEPF*)

Il s'agit d'une méthode d'analyse du risque dû :

- aux coups de foudre sur ou à proximité de la structure
- aux coups de foudre sur ou à proximité des lignes connectées à la structure.
- aux coups de foudre sur ou à proximité d'un service public.

Cette analyse du risque foudre (ARF) est la première étape qui conduit à une détermination d'une protection éventuelle contre les effets de la foudre d'une structure. Il s'agit d'une méthode probabiliste qui permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre.

Cette ARF doit être suivit par une Etude Technique qui définit précisément les caractéristiques des protections contre la foudre à mettre en place, leur mise en œuvre est toujours conforme avec les normes de référence NF C 17-100 et NF C 17-102.

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.

Cette méthode, pour déterminer la nécessité ou non d'une protection contre la foudre compare :

- le niveau de risque maximal admissible (Risque Tolérable)
- et les risques liées au site (R1, R2, R3 & R4). Ces risques sont eux même fonction du type de dommage (bâtiment, matériel ou corporel), de la fréquence de dommage, du type de pertes (humaine, service public, héritage culturel, économique) et de la structure ou du service considéré.

R<sub>1</sub> : Risque de perte de vie humaine.

R<sub>2</sub> : Risque de perte de service public.

R<sub>3</sub> : Risque de perte d'héritage culturel.

R<sub>4</sub> : Risque de perte de valeurs économiques.



## IDENTIFICATION DES PARAMETRES DE LA STRUCTURE A PROTEGER

- **Ses caractéristiques :**

- Hôpitaux    Industrie    Eglise    Musée    Hôtels    Ecoles    Bureaux  
 Agricole    Loisirs  
 Divertissement Public    Risque d'explosion    Autres (à préciser)

Longueur :                      Largeur :                      Hauteur (moyenne) :  
Hauteur (max) :

**La localisation du site :Densité locale de foudroiement (NG) données Météorage »**

- **Le facteur d'emplacement :**

- Entouré d'objet plus haut  
 Entouré d'objet de même hauteur ou plus petit  
 Isolé : pas d'autre objets à proximité                       Isolé au sommet d'une colline, d'un monticule

- **Le type de ligne pénétrant dans le bâtiment :**

Energie :

- Ligne aérienne :                       Ligne enterrée :  
Hauteur/sol :                      Longueur de la ligne (Max 1000m) :  
 Service avec Transfo :                       Service uniquement

Signal :

- Ligne aérienne :                       Ligne enterrée :  
Hauteur/sol :                      Longueur de la ligne (Max 1000m)

- **Le facteur d'environnement :**

- Urbain avec bâtiment > 20 m                       Urbain avec 10m < Bât < 20 m  
 Suburbain avec Bât < 10m                       Rural

- **Les mesures de protection vis à vis des tensions de pas :**

- Pas de mesure                       Isolation électrique  
 Sol équipotentiel                       Plaque d'avertissement



- **Les moyens de protection foudre existants :**

Pas de protection existante

| Bâtiment possédant une protection contre la foudre de niveau :   | Installations du bâtiment possédant des parafoudres pour un niveau de protection :   |
|--|--|
| IV <input type="checkbox"/>  | III ou IV <input type="checkbox"/>   |
| IV <input type="checkbox"/>  | II <input type="checkbox"/>  |
| II <input type="checkbox"/>  | I <input type="checkbox"/>   |
| I <input type="checkbox"/>   | Parafoudre présentant des caractéristiques supérieures (UP plus faible) à celles d'un niveau I.<br>I+ et ou I++ <input type="checkbox"/> |
| I avec utilisation de structure métallique comme descente naturel.<br>I+ <input type="checkbox"/>        |  |
| I avec organe de capture et descente réalisés avec des organes naturels.<br>I++ <input type="checkbox"/> |  |

Pour le dimensionnement du parafoudre unipolaire de type 1, il faut utiliser les formules suivantes :

Pour un niveau I :  $I_{imp} = 100 / (m \times n)$

Pour un niveau II :  $I_{imp} = 75 / (m \times n)$

Pour un niveau III ou IV :  $I_{imp} = 12,5 \text{ kA}$

Avec

m : nombre de ligne électrique et de canalisations métalliques connectées au système de protection.

n : nombre de conducteur par ligne

- **Taille de la maille :**

Dans une installation existante, en matière d'immunité CEM, la maille correspond à la maille de l'écran spatial ou à la distance entre conducteurs de descente maillés, ou à la distance entre colonne métalliques de la structure.

Taille de la maille en m :

- **Type de câblage de l'installation :**

Câble non blindé. Pas de précaution de cheminement

Câble non blindé. Précaution de cheminement : boucle de 10 m<sup>2</sup>

Câble non blindé. Précaution de cheminement : boucle de 0,5 m<sup>2</sup>.

Câble blindé. Résistance de blindage (Rs) : 5 < Rs < 20 ohms/km

Câble blindé. Résistance de blindage (Rs) : 1 < Rs < 5 ohms/km

Câble blindé. Résistance de blindage (Rs) : Rs < 1 ohms/km



- **Tension de tenue au chocs du matériel :**

1,5 Kv  2,5 Kv  4 Kv  6 Kv

- **Mur coupe feu :**

Présence de mur coupe feu sur toute la hauteur du bâtiment

Le bâtiment peut être composé de plusieurs zones lorsqu'il existe des murs coupe-feu. Dans ce cas, on peut utiliser les dimensions de la zone et non du bâtiment pour le calcul de la surface équivalente d'exposition ( $A_d$ ). Pour cela, la propagation de surtensions le long des lignes communes doit être limitée par la mise en œuvre de parafoudre entre les différentes zones.

- **Présence de personnes :**

A l'intérieur de la structure  A l'extérieur de la structure (moins de 3 m)

Intérieur /

Extérieur

Nombre de personne pouvant courir le danger (victimes) :

Nombre total présumé de personnes (dans la structure) :

Durée annuelle en heures de présence des personnes à un emplacement dangereux :

- **Type de sol ou de plancher :**

Agricole, béton  Marbre, Céramique  Gravier, Moquette, Tapis

Asphalte, Linoléum, Bois

- **Réduction des conséquence du feu :**

Pas de disposition  Extincteurs, système manuel...

Installation automatique

- **Risque d'incendie du bâtiment :**

Explosion  Elevée (Charge calorifique supérieure à 800 MJ/m<sup>2</sup>)

Ordinaire (400 < Charge calorifique < 800 MJ/m<sup>2</sup>)  Faible (Charge calorifique < 400 MJ/m<sup>2</sup>)

Aucun

Description des installations ou des moyens mis en œuvre pour limiter le risque d'incendie ou d'explosion : détections, alerte automatique, limitation de la zone au personnel habilité, intervention des pompiers en un temps court, mur anti déflagration...



- **Type de Danger particulier** : en cas de nécessité d'éventuelle évacuation

- Pas de danger particulier
- Faible niveau de panique (Structure à 2 étage max & moins de 100 personnes)
- Niveau de panique moyen (100 < personnes < 1000)
- Difficulté d'évacuation (hopitaux..)
- Niveau de panique élevé (personnes > 1000)
- Danger pour l'environnement (émission dans le périmètre du bâtiment)
- Contamination de l'environnement (émission dans une zone au delà du site)

Description des installations de sécurité mise en œuvre : Bac de rétention, gestion des eaux usines et de ruissellement, restriction des zones dangereuses au personnel habilité...

- **Type de service Public** :

- Gaz, Eau  TV, Communication, Puissance



## EVALUATION DES RISQUES:

- **En calculant par risque et par source de dommage, une composante de risque :**

- la composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas. ( $R_A$ )
- la composante liée aux dommages de la structure suite à un étincelage dangereux. ( $R_B$ )
- la composante liée aux défaillances des réseaux internes suite à un impact sur ou à proximité de la structure. ( $R_C$  &  $R_M$ )
- la composante liée aux blessures d'être vivants dues aux surtensions induites ou conduites. ( $R_U$ )
- la composante liée aux dommages de la structure suite à un étincelage dangereux dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes ( $R_V$ )
- la composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison de surtension induite sur les lignes et transmises à la structure suite à un impact sur ou à proximité de la ligne. ( $R_W$  &  $R_Z$ )

- **En calculant le risque ou les risques à prendre en compte (fonction de la structure)**

R1  R2  R3

Le risque R4, n'est pas pris en compte dans ces renseignements.

Avec :

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^1 + R_M^1 + R_U + R_V + R_W^1 + R_Z^1$$
$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$
$$R_3 = R_B + R_V$$

<sup>1</sup> uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion ou pour les hôpitaux.

Avec pour chaque composante du risque, l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x P_x L_x$$

Dans laquelle :

$N_x$  est le nombre d'événements dangereux

$P_x$  est la probabilité de dommages

$L_x$  est la perte consécutive.



- **En comparant les résultats avec le risque tolérable ( $R_T$ )**

$$R_T = 10^{-5} \text{ pour } R_1$$

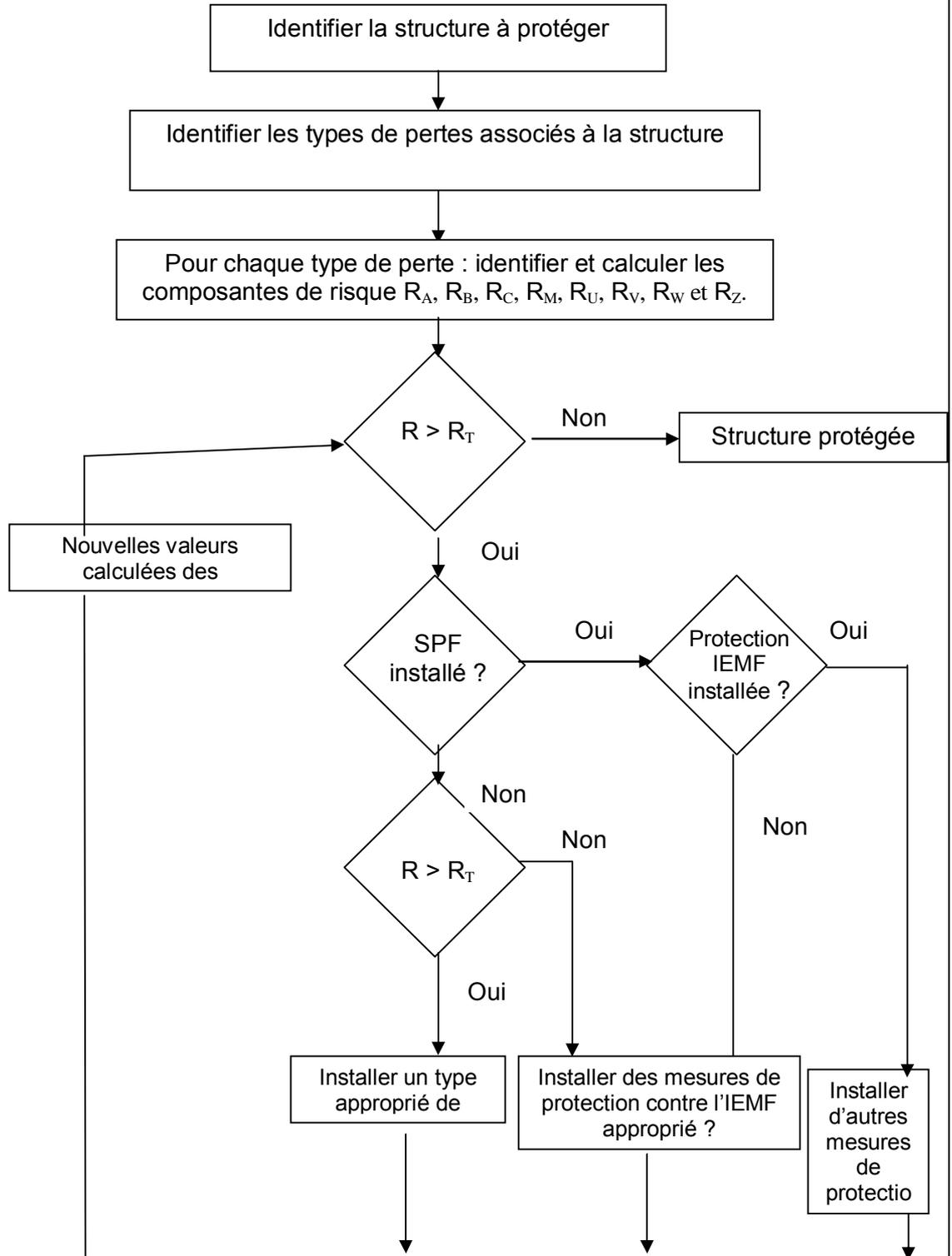
$$R_T = 10^{-3} \text{ pour } R_2 \text{ \& } R_3$$

**Puis si** : le risque résultant est supérieur au risque tolérable, il faut mettre en place des mesures de protections. Il s'agit de la mise en place de paratonnerres et/ou de parafoudres à l'entrée de l'installation, cela pour réduire R de façon à ce que  $R < R_T$ , on peut également être amené à mettre en place un système incendie, des plans de masse, une refonte du cheminement des câbles... On fait des hypothèses de façon à réduire le risque. Il faut pour cela refaire les calculs en prenant en compte les valeurs de probabilité correspondant au niveau de protection de l'installation de paratonnerre et/ou de parafoudre.

**Lorsque**  $R < R_T$ , une protection contre la foudre n'est pas nécessaire, ou une protection supplémentaire n'est pas à prévoir. (La protection existante est satisfaisante)

Pour chaque type de perte, plusieurs mesures de protection individuelles ou associées peuvent permettre l'obtention de la condition  $R < R_T$ . La solution à adopter, doit être choisie à partir de cette condition en tenant compte des aspects techniques et économiques.

La procédure pour le choix des mesures de protection se fait en respectant le principe suivant :





**ANNEXE 3**  
**Plan masse**

