

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	



N° 071179534036  
Niveau C



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

# ESQAL

NUMBO



**« Analyse de Risque Foudre & Étude Technique »**



CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT  
NOUVELLE CALEDONIE

DOC N°

CAPSE-2013-1870-01 version 2

TYPE

ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

**TITRE****ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL****RESUME :**

Ce document représente le dossier d'Analyse de Risque Foudre et d'Étude Technique réalisé à partir des spécifications techniques d'une unité de fabrication existante de gaz industriels (Acétylène, CO<sub>2</sub>...) et d'une future unité de fabrication de gaz médicaux de la société **ESQAL** sur la commune de **Nouméa**, quartier de Numbo en Nouvelle-Calédonie (98).

Il a été rédigé par la société **CAPSE NC** et validé par la société RG Consultant, bureau d'étude certifié Qualifoudre. Une visite a été réalisée le 31 Juillet 2013 en présence de Mr RAILLARD (Responsable QHSE **ESQAL**) et de Mr SCHWARZ (Chargé d'affaires QHSE **CAPSE NC**).

L'objectif est de rendre l'installation ICPE conforme vis-à-vis de l'arrêté du 19 juillet 2011 et sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Il comprend : l'Analyse de Risque Foudre, l'Étude Technique des spécifications de la protection contre les effets directs et indirects de la foudre, les mesures de prévention, ainsi qu'un tableau de synthèse des actions à entreprendre, qu'elles soient obligatoires ou optionnelles.

Rédacteur	Vérification	Approbation	Révision
Noms : Christophe SCHWARZ Date : 02/10/2013 Visa 	Nom : Date : Visa	Nom : Date : Visa	<b>2</b>

**Diffusion : ESQAL**A l'attention de Mr RAILLARD

Email : *Patrice.raillard@gazpac.com*  
 98800 – NOUMEA  
 Nouvelle-Calédonie

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

### TABLE DES MODIFICATIONS

Version	Chrono secrétariat	Date	Objet
2	1870-01	02/10/2013	Remarques ESQAL
1	1870-01	18/09/2013	Remarques ESQAL et RG Consultant
0	1870-01	05/08/2013	Analyse de Risque Foudre & Étude Technique

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS  
PAR ESQAL**

INTITULE	N° / Fournis
Liste des rubriques ICPE	Oui
Plans de Masse	Oui
DDAE par CAPSE NC	2008 CAPSE 1020-01 REV 0 2013 CAPSE 1870-01 REV 0
Synoptique Électrique	Oui
Zonage ATEX	Rapport ESQAL

Ces documents nous ont été transmis par ESCAL. A aucun moment nous ne pourrions être tenus comme responsable des erreurs contenues dedans.

Nous ne nous engageons pas sur les informations fournies par ESQAL.

**SOMMAIRE**

<b>1 PREAMBULE .....</b>	<b>7</b>
<b>2 DOCUMENTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS .....</b>	<b>7</b>
<b>3 PRESENTATION GENERALE &amp; EXPERTISE .....</b>	<b>9</b>
3.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE .....	9
3.2 EXPERTISE DES INSTALLATIONS .....	10
<b>4 NATURE DES ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS .....</b>	<b>14</b>
<b>5 ANALYSE DU RISQUE FOUDRE (SELON LA NORME NF EN 62 305-2).....</b>	<b>17</b>
5.1 STATISTIQUES DE FOUDROIEMENT .....	17
5.2 RISQUES LIÉS AUX EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS .....	17
5.3 CALCULS DU RISQUE L 1 (PERTE DE VIE HUMAINE).....	19
5.4 RÉSULTATS DU CALCUL .....	25
<b>6 ETUDE TECHNIQUE .....</b>	<b>31</b>
6.1 PRÉCONISATIONS CONTRE LES EFFETS DIRECTS.....	31
6.2 PRÉCONISATIONS CONTRE LES EFFETS INDIRECTS.....	37
6.3 PROTECTION NATURELLE .....	45
6.4 PRÉVENTION .....	46
<b>7 RECEPTION &amp; VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS.....</b>	<b>48</b>
7.1 RÉCEPTION INITIALE .....	48
7.2 VÉRIFICATIONS PÉRIODIQUES (I. EXTÉRIEURES P.F. ET I. INTÉRIEURES P.F.) .....	48
7.3 VÉRIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES .....	49
<b>8 TABLEAU DE SYNTHESE .....</b>	<b>50</b>
<b>9 CONCLUSIONS .....</b>	<b>51</b>

**ANNEXES**

- Annexe 1 : Analyse du risque foudre (NF EN 62305-2)
- Annexe 2 : Généralités & Interactions entre la foudre et les installations
- Annexe 3 : Généralités sur les protections foudre
- Annexe 4 : Carnet de bord
- Annexe 5 : Lexique

**PHOTOGRAPHIE**

<b>Photo 1</b> : Vue aérienne du site (Source : georep nc) .....	9
<b>Photo 2</b> : Poste de transformation HT/BT 250 kVA à l'intérieur du site.....	10
<b>Photo 3</b> : Alarme sonore incendie des bureaux administratifs.....	11
<b>Photo 4</b> : Centrale de détection intrusion des bureaux administratifs.....	12
<b>Photo 5</b> : Centrale de détection acétylène, acétone .....	13
<b>Photo 6</b> : Centrale incendie manuelle usine acétylène.....	14
<b>Photo 7</b> : Exemple de pancarte d'avertissement.....	34

**TABLEAUX**

<b>Tableau 1</b> : Organes de sécurité sensibles à la foudre .....	12
<b>Tableau 2</b> : Interaction foudre/équipements .....	15
<b>Tableau 3</b> : Identification des zones et bâtiments retenus pour l'ARF .....	16
<b>Tableau 4</b> : Choix des paramètres stockage acétylène.....	20
<b>Tableau 5</b> : Choix des paramètres stockage propane.....	21
<b>Tableau 6</b> : Choix des paramètres bâtiment CO <sub>2</sub> et administratif.....	22
<b>Tableau 7</b> : Choix des paramètres nouvelle unité .....	24
<b>Tableau 8</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (bat. Acétylène) .....	25
<b>Tableau 9</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (stock propane) .....	26
<b>Tableau 10</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (bat. CO <sub>2</sub> +admin.) .....	27
<b>Tableau 11</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 avec protection (bat. CO <sub>2</sub> +admin.).....	28
<b>Tableau 12</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (nouveau bâtiment) .....	29
<b>Tableau 13</b> : Résultat de l'ARF du risque R1 avec protection (nouveau bâtiment) .....	30
<b>Tableau 14</b> : Valeurs du courant de foudre direct limp maxi .....	39
<b>Tableau 15</b> : Courant d'impulsion en fonction du niveau de protection.....	40
<b>Tableau 16</b> : Tableau des fréquences de contrôle suivant la norme NF EN 62 305-3 .....	48

## FIGURES

<b>Figure 1 : Rayon de courbure « principe ».....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 2 : Compteur de coups de foudre en série.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 3 : Prise de terre type A .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 4 : Regard de visite.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 5 : Règle des 50 cm.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 6 : Exemple de câblage dans un tableau électrique.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 7 : Distance entre masses .....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 8 : Exemple d'installation protection type 3 .....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 9 : Schéma de principe pour la téléphonie.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 10 : Schéma de principe de protection par blindages adaptés.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 11 : Phénoménologie.....</b>	<b>91</b>
<b>Figure 12 : Tableau des phases du phénomène (OR. : UTE).....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 13 : Statistiques des causes des sinistres (OR. : APSAD).....</b>	<b>94</b>
<b>Figure 14 : Principales causes de sinistres informatiques .....</b>	<b>95</b>
<b>Figure 15 : Répartition par conséquences.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 16 : Exemple de points susceptibles d'être touchés par des coups de foudre directs .....</b>	<b>100</b>
<b>Figure 17 : Volume limité de protection d'un PDA .....</b>	<b>101</b>
<b>Figure 18 : Test de PDA en laboratoire.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 19 : Schéma de la prise de terre conseillée .....</b>	<b>103</b>
<b>Figure 20 : Exemple de soudure .....</b>	<b>104</b>
<b>Figure 21 : Mise à la terre d'une structure métallique (principe) selon 62305-3.....</b>	<b>104</b>

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 1 PREAMBULE

---

La société **ESQAL** exploite actuellement sur son site industriel de **Numbo** :

- ↳ une unité de fabrication et de stockage d'acétylène ( $C_2H_2$ ),
- ↳ une unité de conditionnement d'oxygène ( $O_2$ ),
- ↳ une unité de conditionnement d'azote ( $N_2$ ),
- ↳ une unité de conditionnement de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ),
- ↳ une unité de conditionnement d'argon et mélange (Ar),
- ↳ des zones de stockage (bouteilles ou réservoirs) de gaz tels que l'argon, le protoxyde d'azote, l'hélium, de gaz réfrigérants, d'oxygène, d'azote...
- ↳ une unité de stockage de propane ( $C_3H_8$ ),

Dans le cadre de son extension et afin de pouvoir répondre aux besoins de ces clients, cette société souhaite créer une nouvelle unité de fabrication de gaz médicaux ( $O_2$ ...), une nouvelle unité de fabrication d'oxygène et d'azote et augmenter les capacités de stockage de certaines autres (unité de fabrication d'acétylène, stockage de propane...)

Ce dossier d'Analyse de Risque Foudre et d'Étude Technique concerne donc l'ancienne installation et la nouvelle unité de fabrication de gaz médicaux, d'oxygène et d'azote

La société en charge de l'exploitation de ces installations est la société ESQAL.

Cette étude respecte d'une part, les normes européennes de la série NF EN 62 305 et d'autre part la norme NF C 15 100, précisant que toutes les alimentations électriques des équipements sensibles d'un bâtiment équipé d'une ou de plusieurs tiges de capture doit faire l'objet de protections par parafoudres type 1 à minima au niveau des TGBT (Tableau Général Basse Tension).

Enfin, des mesures de prévention (abonnement ou détecteur local) en présence de dépôtage de produits dangereux ainsi que des modalités de vérification et de maintenance des protections à mettre en œuvre (carnet de bord réglementaire, fiches de maintenance.....) sont également présentées.

## 2 DOCUMENTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

---

- **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 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 : Évaluation du risque],

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

- **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 [Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage].

**Numéros de rubriques ICPE de ce type d'unité soumis à Autorisation :**

- **N° : 1412-1 : Gaz inflammables liquéfiés (stockage en réservoir manufacturés aériens de 15 tonnes de propane)**
- **N° : 1414-1 : Gaz inflammables liquéfiés (Installation de remplissage de bouteilles)**
- **N° : 1417 : Fabrication de l'acétylène par l'action de l'eau sur le carbure de calcium pour l'obtention d'acétylène dissous**
- **N° : 1418 : Stockage de l'acétylène**

Le site d'ESQAL est également classé, suivant le code de l'environnement de la Province Sud, comme installation à Haut Risque Chronique (HRC).

### 3 PRESENTATION GENERALE & EXPERTISE

#### 3.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE



*Photo 1 : Vue aérienne du site (Source : georep nc)*

La société ESQAL exploitera à terme sur la commune de NOUMEA :

- ↳ la zone de production / stockage d'oxygène, d'azote et de protoxyde d'azote destiné à une activité médicale avec sa zone administrative (Projet en zone 4),
- ↳ la zone de stockage du propane (zone 3),
- ↳ le bâtiment de stockage de matières / produits et de maintenance (zone 5),
- ↳ la zone de stockage des bouteilles destinées à la vente (zone 6),
- ↳ le bâtiment de production et de stockage d'acétylène (zone 1),
- ↳ le bâtiment de production de dioxyde de carbone et sa zone administrative (zone 2),
- ↳ la zone de stockage et de conditionnement d'azote (zone 7),
- ↳ la zone des utilités (zone 8).

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

### 3.2 EXPERTISE DES INSTALLATIONS

#### Mise à la terre des installations

L'ensemble des masses métalliques des anciens bâtiments sont raccordées au réseau général de terre du site.

D'après le cabinet de contrôle électrique (rapport 2013), les valeurs de résistance sont conformes.

#### Protection contre l'intrusion et l'incendie

Un dispositif de télésurveillance et d'alarmes est installé dans les bureaux du bâtiment 2 pour assurer une protection fiable contre l'intrusion et les incendies.

Ce dispositif est constitué :

- ↳ Des barrières à faisceaux infrarouges de présence,
- ↳ Des détecteurs d'incendie dans les bureaux.

Hors heures ouvrables la société ESPACE SURVEILLANCE se déplace et si nécessaire téléphone aux responsables d'ESQAL et prévient la police ou les pompiers.

La consigne prévoit alors qu'un membre de la Direction d'ESQAL se déplace jusqu'à l'usine pour confirmer cette intrusion ou agir en cas d'incendie.

#### Alimentation électrique HT

Une ligne électrique aérienne du réseau EEC fournissant du 15000 V triphasé alimente un transformateur de 250 kVA à l'intérieur de la propriété. Ce courant est converti en 410 V et 230V et alimente l'ensemble du site et des installations.



**Photo 2 : Poste de transformation HT/BT 250 kVA à l'intérieur du site**

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Un nouveau transformateur de 630 kVA va être installé pour alimenter la nouvelle installation et ses bureaux. Il sera installé à côté de l'ancien.

### **Alimentation électrique BT**

Une ligne électrique enterrée fournissant du 380 V triphasé et du 220V et en provenance du poste HT alimente l'ensemble des bâtiments existants (via des armoires de distribution).

La nouvelle installation sera alimentée depuis un nouveau transformateur de 630 kVA installé à côté de l'ancien.

### **Transmission de données**

Les bâtiments administratifs sont équipés d'une centrale incendie avec alarme sonore et d'une centrale de détection de présence.



*Photo 3 : Alarme sonore incendie des bureaux administratifs*



*Photo 4 : Centrale de détection intrusion des bureaux administratifs*

### Équipements 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 ainsi que leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteurs	NON
Détection intrusion/télésurveillance	OUI
Centrales de détection incendie (bureaux, usine d'acétylène)	OUI
Centrale de détection Acétylène et Acétone	OUI
Report d'alarme	OUI
Onduleur/informatique	OUI
Téléphonie/Autocom	OUI

*Tableau 1 : Organes de sécurité sensibles à la foudre*

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	



**Photo 5 : Centrale de détection acétylène, acétone**

### Zones à risques d'explosion

L'atelier de fabrication d'acétylène et son stockage sont classés en zone ATEX ainsi que le stockage de propane.

Fabrication d'acétylène : Zone 1 et 2

Stockage de propane : Zone 2

Ce risque d'explosion ne sera donc pas retenu dans l'Analyse de Risque Foudre

### Protection contre l'incendie

Les moyens de lutte contre l'incendie du site sont :

- ↳ Des extincteurs et des RIA répartis sur l'ensemble du site,
- ↳ Des détecteurs d'incendie dans les bureaux administratifs,
- ↳ Un réseau déluge manuel et automatique au niveau de l'unité de fabrication d'acétylène et un système déluge par sprinkler sur le dépôt de vente de l'acétylène.



*Photo 6 : Centrale incendie manuelle usine acétylène*

### Protection contre la foudre

Actuellement les seuls équipements protégés sont le poste de transformation 15000/410 V à l'aide d'un fond de fouille, le dépôt de propane avec un fond de fouille et les réservoirs verticaux de 22 tonnes qui sont reliés à la terre.

Pour les autres installations, les plans ainsi que la visite n'ont pas montré la présence de protection contre cette agression naturelle.

## 4 NATURE DES ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'Analyse Risque Foudre et l'Étude Technique de ces risques permettent de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

Elles conduisent à déterminer les niveaux de protection à mettre en place, afin de les rendre acceptables pour la sécurité des personnes et pour la sûreté des installations.

- **Événements 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,

**TITRE****ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

↳ **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 explosives 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 explosives 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 explosives 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 explosive 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 explosive 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 explosive.

**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 2 : Interaction foudre/équipements**

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

- **Événements redoutés**

Bâtiments / Installations	Identification des risques	Installations de sécurité	Bâtiments retenus ou non pour une ARF
Unité de fabrication d'acétylène	Risque d'explosion (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	Réseau déluge RIA	<b>OUI</b>
Dépôts de propane	Risque d'explosion (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	Extincteurs RIA	<b>OUI</b>
Unité de fabrication de CO <sub>2</sub> et bureaux administratifs	Risque d'incendie (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	Extincteurs, Détection intrusion, Détection incendie, RIA	<b>OUI</b>
Nouvelle unité de gaz médicaux	Risque Incendie (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	Extincteurs, Détection intrusion, Détection incendie, RIA	<b>OUI</b>
Zone de stockage des bouteilles	Pas de risques identifiés (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	Extincteurs RIA	<b>NON</b>
Zone de stockage et de conditionnement d'azote	Pas de risques identifiés (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	RAS	<b>NON</b>
Atelier maintenance	Pas de risques identifiés (NF EN 62305-2) Niveau de panique faible (NF EN 62305-2)	RAS	<b>NON</b>

**Tableau 3 : Identification des zones et bâtiments retenus pour l'ARF**

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

## 5 ANALYSE DU RISQUE FOUDRE (SELON LA NORME NF EN 62 305-2)

### 5.1 STATISTIQUES DE FOUDROIEMENT

La commune de **Nouméa** est située à proximité de la station météorologique de l'aérodrome de Magenta qui donne un niveau kéraunique de 8,5 jours d'orage par an.

Soit **Ng = 0,85 (coups de foudre/km²/an)**

### 5.2 RISQUES LIÉS AUX EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS

#### Principe général

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Évaluation 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 protections directes ou indirectes). 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.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

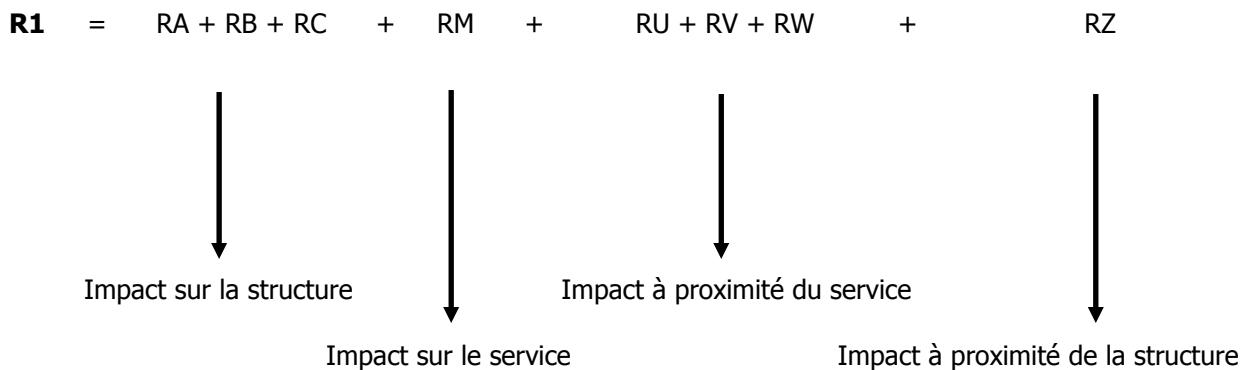
La norme NF EN 62305-2 appliquée dans le cadre général, identifie 4 types de pertes dues à la foudre :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
<b>L1</b>	<b>Perte de vie humaine</b>	<	<b>0,00001</b>
L2	Perte de service public	<	0,001
L3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
L4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

La circulaire du 24 avril 2008 précise que seul le risque R1 est à prendre en considération pour une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Les risques R2, R3 et R4 sont donc hors obligation pour le site étudié.

### Risque R1 – Perte de vie humaine

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW, RZ appropriés, voir explication ci-dessous.



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.

### 5.3 CALCULS DU RISQUE L 1 (PERTE DE VIE HUMAINE)

#### 5.3.1 Unité de fabrication et de stockage d'acétylène

<b>Structure</b>	IPN et bardage Métallique		
<b>Toiture</b>	Bac acier		
<b>Réseau de terre</b>	Fond de fouille 25 mm <sup>2</sup>		
<b>Paramètres / Facteurs</b>	<b>Symbol</b>	<b>Valeurs retenues</b>	<b>Signification</b>
<b>Dimensions</b>	L x W x H <sub>b</sub>	60 x 12,5 x 10 Structure complexe	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	A <sub>d/b</sub>	5,76 x 10 <sup>-3</sup> km <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	C <sub>d/b</sub>	0,25	Entourée d'objets plus hauts
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	P <sub>b</sub>	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	r <sub>a</sub>	10 <sup>-2</sup>	Béton
<b>Type de sol intérieur</b>	r <sub>u</sub>	10 <sup>-5</sup>	Asphalte
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	P <sub>a</sub>	1	Pas de mesure de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	r <sub>f</sub>	10 <sup>-2</sup>	Ordinaire
<b>Disposition réduisant la conséquence de feu</b>	r <sub>p</sub>	0,2	Automatique
<b>Présence d'un danger particulier</b>	h <sub>z</sub>	2	Niveau de panique Faible
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	L <sub>t int</sub>	10 <sup>-4</sup>	Personnes à l'intérieur des bâtiments
	L <sub>t ext</sub>	10 <sup>-2</sup>	Personnes à l'extérieur des bâtiments

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	$L_f$	$5 \times 10^{-1}$	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)</b>	$L_0$	0	NA

**Tableau 4 : Choix des paramètres stockage acétylène**

\* : 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.

### 5.3.2 Dépôts de stockage de propane

<b>Structure</b>	Ossature Métallique		
<b>Toiture</b>	Bac Acier		
<b>Réseau de terre</b>	Fond de fouille 25 mm <sup>2</sup>		
<b>Paramètres / Facteurs</b>	<b>Symbol</b>	<b>Valeurs retenues</b>	<b>Signification</b>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	$30,18 \times 6,22 \times 3$	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	$1,10 \times 10^{-3} \text{ km}^2$	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,25	Entourée 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 mesure de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	$r_f$	$10^{-2}$	ordinaire
<b>Disposition réduisant la conséquence de feu</b>	$r_p$	0,5	Manuelle
<b>Présence d'un danger particulier</b>	$h_z$	2	Niveau de panique faible

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<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 5 : Choix des paramètres stockage propane*

\* : 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.

Cette structure ne dispose d'aucune alimentation électrique ni d'aucune ligne téléphonique entrante ou sortante.

### 5.3.3 Unité de fabrication de CO2 et bureaux administratifs

<b>Structure</b>	Ossature Métallique		
<b>Toiture</b>	Bac Acier		
<b>Réseau de terre</b>	Non défini		
<b>Paramètres / Facteurs</b>	<b>Symbol</b>	<b>Valeurs retenues</b>	<b>Signification</b>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	72,5 x 22,5 x 11,75 Structure complexe	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	$9,23 \times 10^{-3} \text{ km}^2$	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,25	Entourée d'objets plus hauts

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Protection existante contre les effets directs</b>	P <sub>B</sub>	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	r <sub>a</sub>	10 <sup>-5</sup>	Asphalte
<b>Type de sol intérieur</b>	r <sub>u</sub>	10 <sup>-2</sup>	Béton
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	P <sub>A</sub>	1	Pas de mesure de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	r <sub>f</sub>	10 <sup>-2</sup>	Ordinaire
<b>Disposition réduisant la conséquence de feu</b>	r <sub>p</sub>	0,5	Manuelle
<b>Présence d'un danger particulier</b>	h <sub>z</sub>	2	Niveau de panique Faible
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	L <sub>t int</sub>	10 <sup>-4</sup>	Personnes à l'intérieur des bâtiments
	L <sub>t ext</sub>	10 <sup>-2</sup>	Personnes à l'extérieur des bâtiments
<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	L <sub>f</sub>	5 x 10 <sup>-2</sup>	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	L <sub>0</sub>	0	NA

**Tableau 6 : Choix des paramètres bâtiment CO<sub>2</sub> et administratif**

\* : La valeur du L<sub>0</sub> 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.

**TITRE**

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

### **5.3.4 Nouvelle unité de gaz médicaux**

<b>Structure</b>	Ossature Métallique		
<b>Toiture</b>	Bac Acier		
<b>Réseau de terre</b>	Fond de fouille 25mm <sup>2</sup>		
<b>Paramètres / Facteurs</b>	<b>Symbol</b>	<b>Valeurs retenues</b>	<b>Signification</b>
<b>Dimensions</b>	L x W x H <sub>b</sub>	28,72 x 52,40 x 11,75 Structure complexe	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	A <sub>d/b</sub>	8,03 x 10 <sup>-3</sup> km <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	C <sub>d/b</sub>	0,25	Entourée d'objets plus hauts
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	P <sub>B</sub>	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	r <sub>a</sub>	10 <sup>-5</sup>	Asphalte
<b>Type de sol intérieur</b>	r <sub>u</sub>	10 <sup>-2</sup>	Béton industriel
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	P <sub>A</sub>	1	Pas de mesure de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	r <sub>f</sub>	10 <sup>-1</sup>	Elevé
<b>Disposition réduisant la conséquence de feu</b>	r <sub>p</sub>	0,5	Manuelle
<b>Présence d'un danger particulier</b>	h <sub>z</sub>	2	Niveau de panique Faible
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	L <sub>t int</sub>	10 <sup>-4</sup>	Personnes à l'intérieur des bâtiments
	L <sub>t ext</sub>	10 <sup>-2</sup>	Personnes à l'extérieur des bâtiments

**TITRE**

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	L <sub>f</sub>	5 × 10 <sup>-2</sup>	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	L <sub>0</sub>	0	NA

*Tableau 7 : Choix des paramètres nouvelle unité*

\* : La valeur du L<sub>0</sub> 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.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

## 5.4 RÉSULTATS DU CALCUL

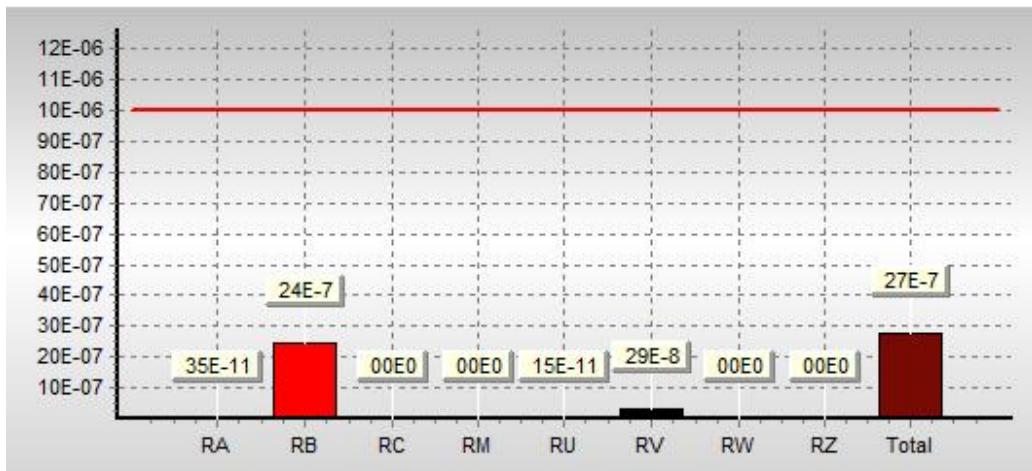
### 5.3.5 Analyse de risque pour l'unité de fabrication d'acétylène

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b>Unité de fabrication et de stockage d'acétylène</b>	$27 \cdot 10^{-7}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 8 :** Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (bat. Acétylène)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	3,49E-10	0,00E+00				3,49E-10
B	0,00E+00	2,45E-06				2,45E-06
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	0,00E+00	1,46E-10				1,46E-10
V	0,00E+00	2,93E-07				2,93E-07
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>Total</b>	<b>3,49E-10</b>	<b>2,74E-06</b>				<b>2,74E-06</b>



L'installation de fabrication et de stockage d'acétylène a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation contre les effets de la foudre.

Selon la norme NF EN 62305-2, les structures sont auto-protégés contre la foudre.

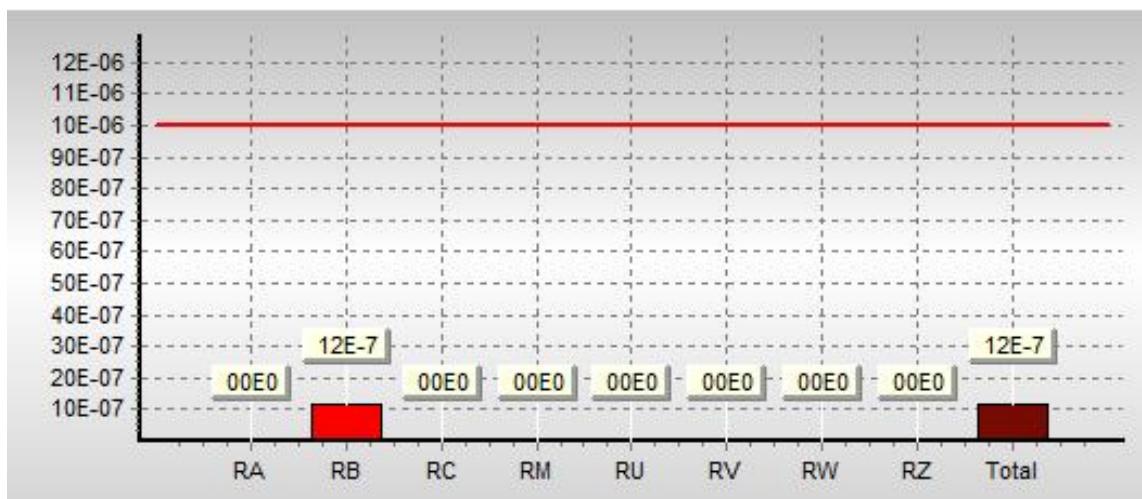
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**
**5.3.6 Analyse de risque pour le dépôt de propane**

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b>Dépôts de propane</b>	$1,2 \cdot 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 9 : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (stock propane)**

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,17E-06					1,17E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	0,00E+00					0,00E+00
V	0,00E+00					0,00E+00
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
<b>Total</b>	<b>1,17E-06</b>					<b>1,17E-06</b>



Cette installation de stockage de propane a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation contre les effets de la foudre.

Selon la norme NF EN 62305-2, les structures sont auto-protégés contre la foudre

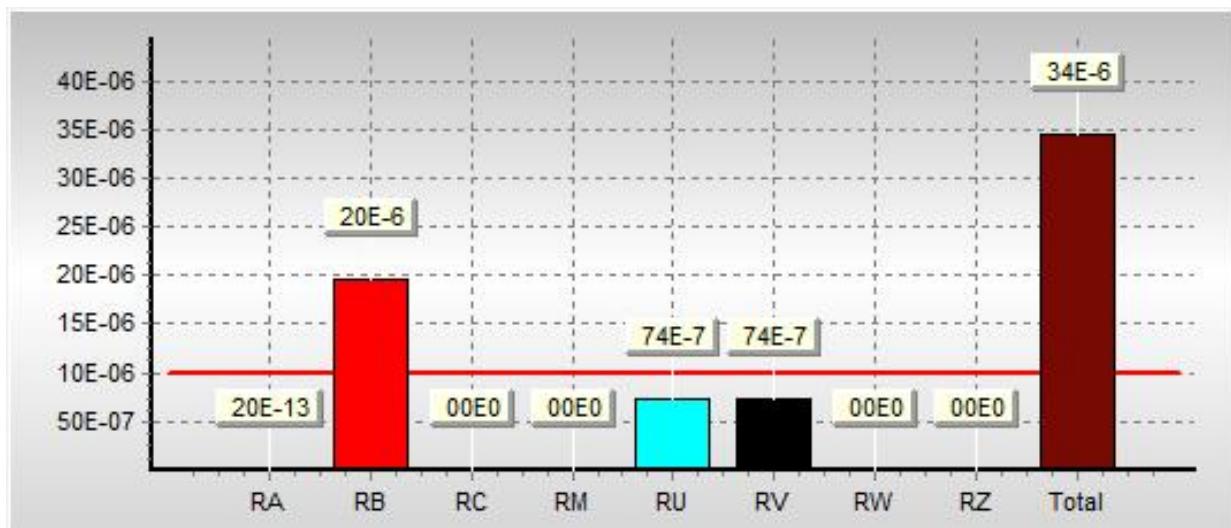
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**
**5.3.7 Analyse de risque pour l'unité de fabrication de CO<sub>2</sub> et bureaux administratifs**

**Sans** protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b>Fab. de CO<sub>2</sub> et administratif</b>	$3,45 \times 10^{-5}$	>	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 10 : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (bat. CO<sub>2</sub>+admin.)**

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	1,96E-12	0,00E+00				1,96E-12
B	0,00E+00	1,96E-05				1,96E-05
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	0,00E+00	7,43E-06				7,43E-06
V	0,00E+00	7,43E-06				7,43E-06
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>Total</b>	<b>1,96E-12</b>	<b>3,45E-05</b>				<b>3,45E-05</b>



Les **installations** n'ont pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation et ceci sans protection contre les effets de la foudre.

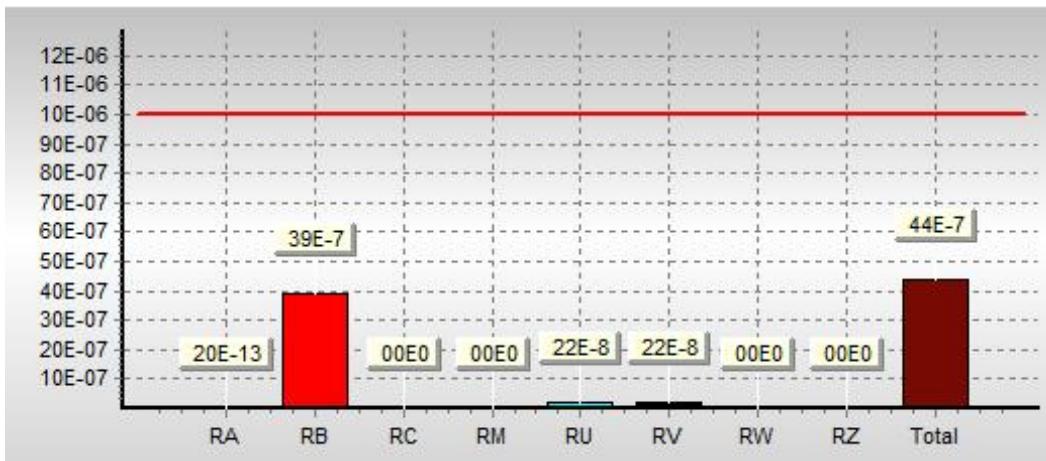
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Avec protections ou mesures de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b><i>Fab. de CO2 et administratif</i></b>	$4,37 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 11 :** Résultat de l'ARF du risque R1 avec protection (bat. CO<sub>2</sub>+admin.)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	1,96E-12	0,00E+00				1,96E-12
B	0,00E+00	3,92E-06				3,92E-06
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	0,00E+00	2,23E-07				2,23E-07
V	0,00E+00	2,23E-07				2,23E-07
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>Total</b>	<b>1,96E-12</b>	<b>4,37E-06</b>				<b>4,37E-06</b>


Conclusion :

Selon le guide UTE 17-100-2, la structure est protégée contre la foudre après mise en place des mesures de protection au niveau des effets directs et indirects.

En effet, la pose d'un système de protection au minimum de **niveau IV contre les effets directs et de niveau IV contre les effets indirects** est obligatoire, ceci afin d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur l'ensemble des installations.

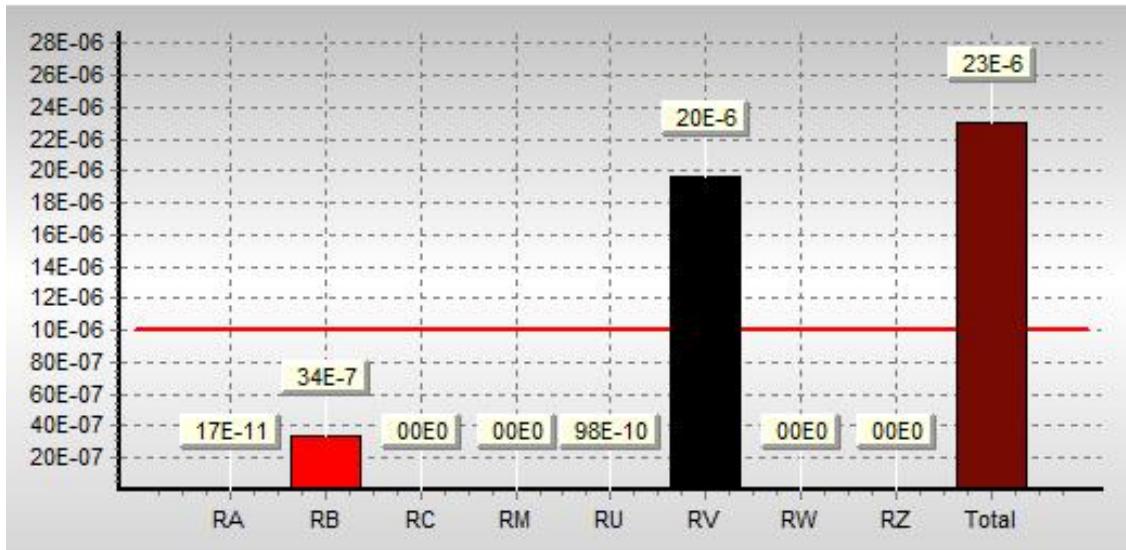
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**
**5.3.8 Nouvelle unité de fabrication et de stockage de gaz médicaux**

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b>Nouvelle unité</b>	$2,3 \times 10^{-5}$	>	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 12 : Résultat de l'ARF du risque R1 sans protection (nouveau bâtiment)**

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	1,71E-10	0,00E+00				1,71E-10
B	0,00E+00	3,41E-06				3,41E-06
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	0,00E+00	9,80E-09				9,80E-09
V	0,00E+00	1,96E-05				1,96E-05
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>Total</b>	<b>1,71E-10</b>	<b>2,30E-05</b>				<b>2,30E-05</b>



Les **installations** n'ont pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation et ceci sans protection contre les effets de la foudre.

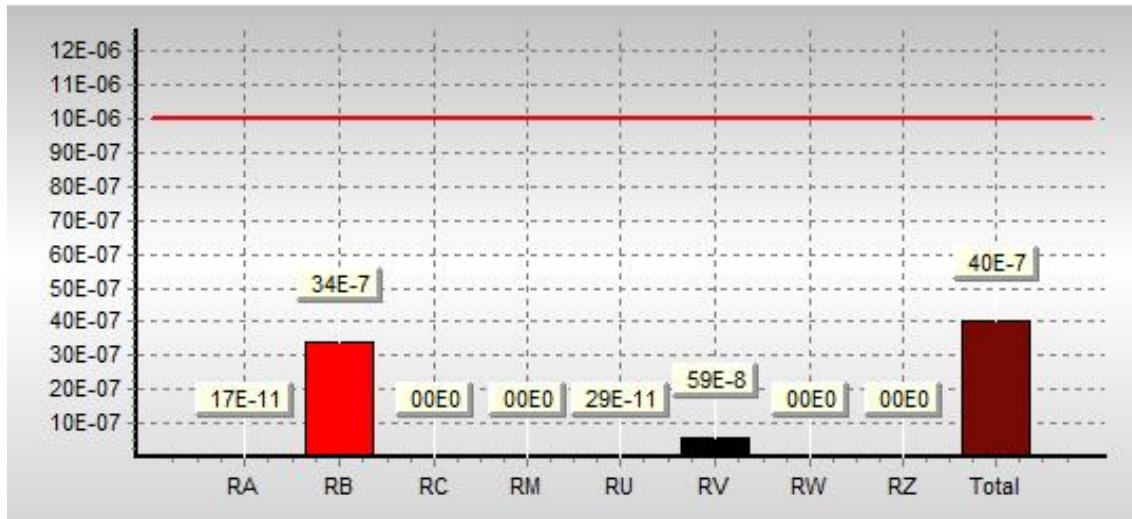
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Avec protections ou mesures de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
R1	<b>Nouvelle unité</b>	$4,00 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**Tableau 13 :** Résultat de l'ARF du risque R1 avec protection (nouveau bâtiment)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	1,71E-10	0,00E+00				1,71E-10
B	0,00E+00	3,41E-06				3,41E-06
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	0,00E+00	2,94E-10				2,94E-10
V	0,00E+00	5,88E-07				5,88E-07
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>Total</b>	<b>1,71E-10</b>	<b>4,00E-06</b>				<b>4,00E-06</b>


Conclusion :

Selon le guide UTE 17-100-2, la structure est protégée contre la foudre après mise en place des mesures de protection au niveau indirects.

En effet, la pose d'un système de protection au minimum **de niveau IV contre les effets indirects** est obligatoire, ceci afin d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur l'ensemble des installations.

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 6 ETUDE TECHNIQUE

La présente Étude Technique a pour objectif de définir de façon détaillée l'Installation Extérieure et Intérieure de Protection (I.E.P.F. et I.I.P.F.) afin de respecter les normes NF EN 62305-2,-3,-4 et la NF C 15 100 (parafoudres).

Elle s'appuie toujours sur une équipotentialité du réseau de terre et de masse du site.

Cette étude évoque également l'importance de tenir à jour un carnet de bord (document unique foudre) comportant les rapports de vérification, les réceptions initiales et fiches de maintenance, ceci afin de répondre à la législation.

### 6.1 PRÉCONISATIONS CONTRE LES EFFETS DIRECTS

L'analyse de risque aboutit à une nécessité de protection contre les effets directs de la foudre pour les installations :

↳ Unité CO2 et bureaux administratifs (Niveau IV),

Les composants naturels en matériau conducteur qui ne seront pas modifiés dans le temps (par exemple armatures d'acier interconnectées, structures métalliques, etc.) peuvent être utilisés comme une partie de l'installation de protection.

Il convient que les autres composants naturels soient utilisés comme compléments à l'installation de protection.

#### 6.1.1 Protection du bâtiment de fabrication de CO<sub>2</sub> et administratif

La structure du bâtiment doit être protégée contre les effets directs de la foudre par paratonnerre de niveau IV.

Il conviendra d'installer 5 paratonnerres à pointes sèches au centre des différentes unités et les relier à 3 prises de terre foudre minimum.

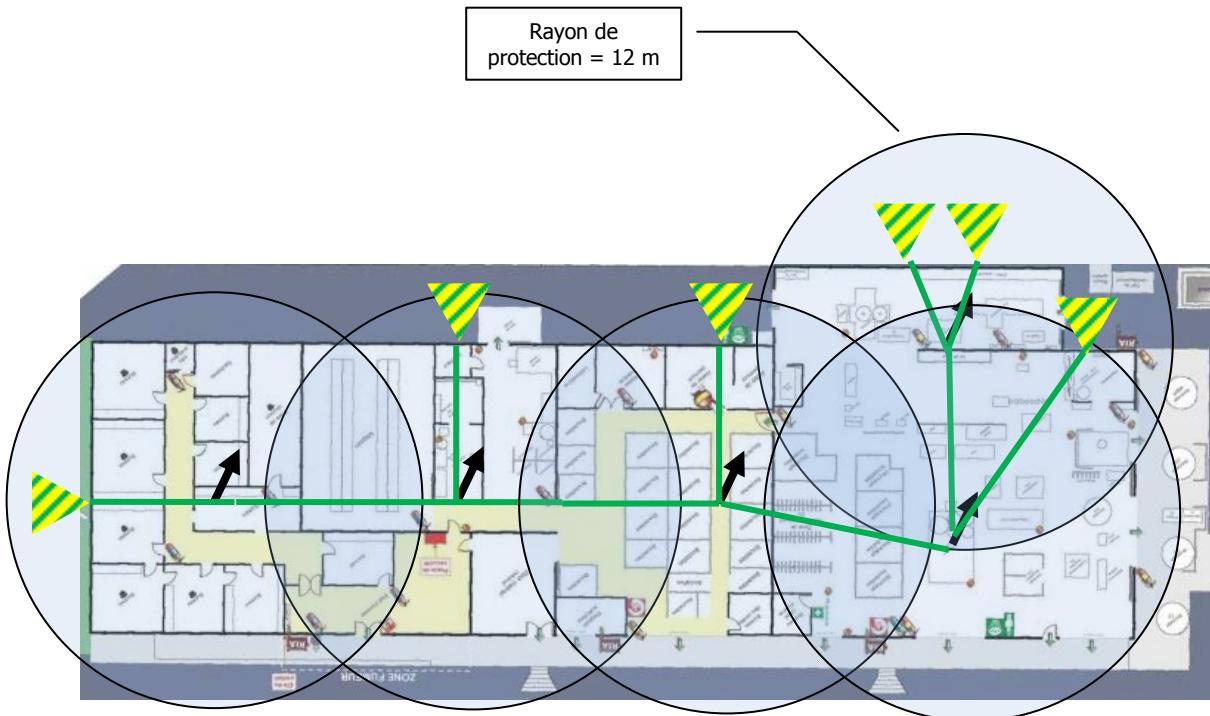
#### DISPOSITIF DE CAPTURE

Par application de la méthode de l'angle de protection, installation de 5 paratonnerres à pointes simples présentant les caractéristiques minimales suivantes :

- Hauteur du paratonnerre au-dessus de la structure à protéger : = 3,00 m.

On obtient un rayon de protection de 12 m pour les paratonnerres.

## TITRE

ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQALLégende :

Paratonnerre de hauteur  $\geq 5,00\text{ m}$   
avec Ravon de 12 m

Conducteur de descente



Prises de terre foudre



Volume de protection du paratonnerre

Nb : Ce dessin est un schéma de principe et n'est pas à l'échelle

DISTANCE DE SEPARATION

La distance de séparation calculée est de 45 cm. Cela signifie que l'ensemble des masses métalliques situées à moins de 45 cm d'un conducteur de descente, devra y être raccordé par un conducteur de même nature que le conducteur de descente afin d'éviter tout amorçage.

Un raccordement devra être réalisé avec l'ensemble des aérateurs métalliques présents en toiture ainsi qu'avec les grilles d'aération en façade.

Lorsqu'un conducteur de descente croise, longe ou ne respecte pas la distance de séparation avec :

- ↳ Une conduite de gaz, il devra être interconnecté à l'aide d'un éclateur.
- ↳ Un courant fort/faible, il devra être blindé ou isolé afin d'éviter tout rayonnement.

Cette distance a été calculée à partir de la formule suivante, tirée de la norme NF EN 62305-3:

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

où

$k_i$  : dépend du type de SPF choisi ;

$k_c$  : dépend du courant de foudre s'écoulant dans les conducteurs de descente ;

$k_m$  : dépend du matériau de séparation ;

$l$  : est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture ou des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

### CONDUCTEURS DE DESCENTE

Chaque paratonnerre devra être relié à la terre par 2 descentes, qui devront être installées conformément à la norme NF EN 62305-3 et être disposées de manière à être, autant que possible, en continuité directe avec le dispositif de capture.

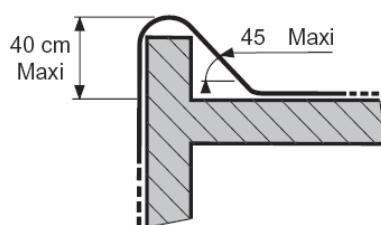
Les descentes doivent être installées de façon rectiligne et verticale, en suivant le trajet le plus court et le plus direct possible à la terre. La formation de boucle est interdite.

La fixation des descentes en toiture, se fera à l'aide de 3 fixations au mètre (tous les 33 cm).

Elles ne doivent pas être installées dans les gouttières ou tuyaux de descente, même si elles sont recouverts d'un matériau isolant. Les effets de l'humidité dans les gouttières provoquent une forte corrosion de la descente.

Les raccordements des descentes se feront impérativement par soudure aluminothermique ou brasure.

En cas de franchissement d'obstacle, le rayon de courbure doit être respecté comme expliqué sur la figure suivante :



*Figure 1 : Rayon de courbure « principe »*

Nota : aucune remontée de plus de 40 cm n'est admise, en particulier pour les conducteurs de descente qui seront mutualisés.

Un joint de contrôle et une protection mécanique sont exigés pour tous les conducteurs de descente.

- ↳ Il permet d'assurer la déconnexion des conducteurs de descente, il est en laiton matricé, porte la mention « paratonnerre » et le symbole « prise de terre ».
- ↳ Il sera placé à environ deux mètres du sol. La descente sera protégée entre le joint de contrôle et le sol, par une gaine en acier inoxydable ou en acier galvanisé.

**TITRE****ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Lorsque les conditions de proximité ne sont pas respectées (distance de séparation), la mise à la terre des masses métalliques est réalisée par un conducteur de même nature que le conducteur de descente.

Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit mettre en place une pancarte d'avertissement près de chaque conducteur de descente et/ou les isoler par une gaine en polyéthylène réticulé d'une épaisseur minimum de 3 mm.



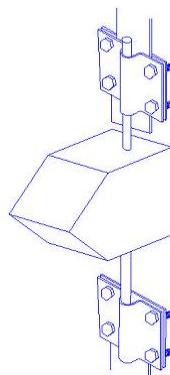
*Photo 7 : Exemple de pancarte d'avertissement*

#### DISPOSITIFS DE COMPTAGE

Un compteur de coups de foudre sera monté en série sur une des deux descentes et respectera les prescriptions du constructeur.

Les compteurs installés pourront être mécaniques et/ou électroniques sans clé d'activation (magnétique ou autre) et sans remise à zéro automatique.

Il sera placé au-dessus **du joint de contrôle** à une hauteur d'environ deux mètres.



*Figure 2 : Compteur de coups de foudre en série*

L'installation sera conforme au guide UTE C 17 106.

Un certificat de test devra être impérativement fourni avec le DOE et chaque compteur installé incrémenté à 0 dès l'installation.

#### PRISE DE TERRE

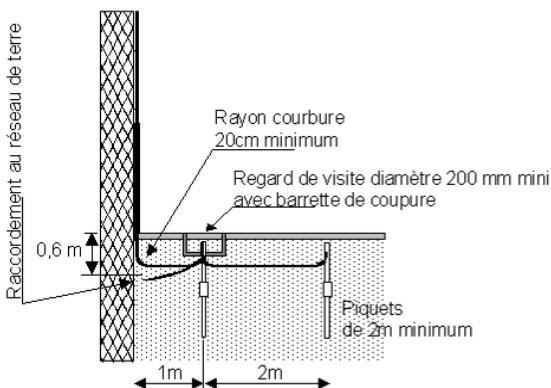
Afin d'assurer l'écoulement du courant de foudre dans la terre (comportement à haute fréquence) en minimisant les surtensions dangereuses, la forme et les dimensions des prises de terre sont des critères

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

importants. Une faible résistance de terre (inférieure à 10 Ohms lors d'une mesure à basse fréquence) est recommandée.

L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10 Ohms (si exigé par le maître d'ouvrage).

Chaque prise de terre sera de type A, composée au minimum de 3 piquets de terre verticaux, d'une longueur totale minimale de 5 m , espacés entre eux d'une distance d'au moins 2 m, et reliés entre eux par un conducteur enterré en tranchée à au moins 50 cm de profondeur.



**Figure 3 : Prise de terre type A**

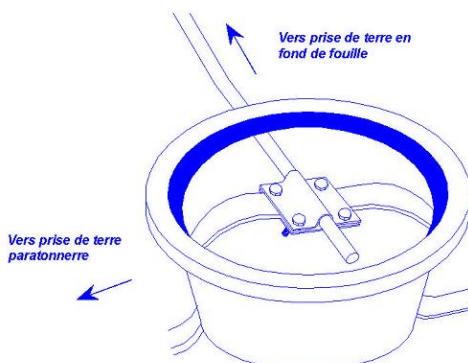
Les piquets verticaux de la prise de terre doivent être soudés au conducteur par aluminothermie ou brasure.

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter les phénomènes d'électrolyse.

Chaque prise de terre doit être connectée au fond de fouille du bâtiment (ou terre électrique). Cette liaison est déconnectable et se fera par raccord mécanique en inox, permettant de mesurer, de façon individuelle, la valeur de chacune des prises de terre, une fois déconnectées de la terre électrique et de la structure.

La connexion à la prise de terre sera visible, déconnectable et réalisée à l'aide d'un regard de visite accessible en chaussée.

Ce dernier est facilement accessible et repérable (il portera la mention «Prise de terre»).



**Figure 4 : Regard de visite**

La liaison au réseau de terre général se fera par l'intermédiaire d'un conducteur en cuivre nu rond de section minimale 50 mm<sup>2</sup>

Pour chaque prise de terre et chaque interconnexion à réaliser en enterré, l'entreprise devra s'assurer auprès des services compétents du passage d'éventuelles canalisations enterrées sur la zone d'implantation de la

**TITRE****ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

prise de terre.

Les éléments constitutifs des prises de terre de paratonnerres doivent être situés à une distance minimale des services enterrés désignés ci-dessous :

<b>Services enterrés</b>	<b>Distance minimale d'éloignement (en mètre)</b>
Canalisation électrique HTA	0,5
Canalisation électrique BT sans prise de terre	2
Prise de terre avec réseau de distribution BT	10
Conduite métallique de gaz	2

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 6.2 PRÉCONISATIONS CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

L'analyse de risque aboutit à une nécessité de protection contre les effets indirects de la foudre pour les installations :

### 6.2.1 Postes HT/BT (Niveau 1)

Les TGBT des deux transformateurs HT/BT (actuel et en projet) devront être protégé par parafoudres de **type 1** à minima de **Niveau IV** équipé d'un dispositif de déconnexion.

La norme NF EN 61643-11 impose que ce parafoudre soit soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350µs (Iimp).

Les caractéristiques que devra respecter le parafoudre de type 1 sont les suivantes :

- Courant de choc minimum Iimp sup ou égal à 25,0 kA(Tri+n),
- Tension résiduelle Up inférieure ou égale à 1,5 kV,
- Uc : 440V
- Dispositif de déconnexion : inférieur au calibre de l'interrupteur général.

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

### 6.2.2 Unité de fabrication de CO2 et bureaux administratifs (Niveau IV),

#### ↳ Armoire divisionnaire Unité de fabrication

Mise en place d'un parafoudre **type 1+2** à minima de **niveau IV** équipé d'un dispositif de déconnexion.

La norme NF EN 61643-11 impose que ce parafoudre soit soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350µs (Iimp).

Les caractéristiques que devra respecter le parafoudre de type 1 sont les suivantes :

- Courant de choc minimum Iimp sup ou égal à 12,5 kA(Tri+n),
- Tension résiduelle Up inférieure ou égale à 1,5 kV,
- Uc : 440V
- Dispositif de déconnexion : inférieur au calibre de l'interrupteur général.

Ce parafoudre permettra la protection des différentes installations électriques implantées à une distance filaire <10 mètres. Les installations implantées à **plus de 10 mètres** devront être protégées par des parafoudres **de type 2**.

Ce parafoudre protègera ainsi :

- Les équipements,
- L'éclairage de sécurité
- Les alarmes techniques
- ...

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

↳ Armoire divisionnaire Bureaux administratifs

Mise en place d'un parafoudre **type 1+2** à minima de **niveau IV** équipé d'un dispositif de déconnexion.

La norme NF EN 61643-11 impose que ce parafoudre soit soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350µs (Iimp).

Les caractéristiques que devra respecter le parafoudre de type 1 sont les suivantes :

- Courant de choc minimum Iimp sup ou égal à 12,5 kA(Tri+n),
- Tension résiduelle Up inférieure ou égale à 1,5 kV.
- Uc : 440V
- Dispositif de déconnexion : inférieur au calibre de l'interrupteur général.

Ce parafoudre permettra la protection des différentes installations électriques implantées à une distance filaire <10 mètres. Les installations implantées **à plus de 10 mètres** devront être protégées par des parafoudres **de type 2** (à vois pour les centrales).

Ce parafoudre protègera ainsi :

- L'éclairage,
- L'éclairage de sécurité
- Les alarmes techniques
- Le matériel informatique
- ...

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

### 6.2.3 Nouvelle unité de gaz médicaux (Niveau I),

↳ Armoire divisionnaire Unité de fabrication

Mise en place d'un parafoudre **type 1+2** à minima de **niveau I** équipé d'un dispositif de déconnexion.

La norme NF EN 61643-11 impose que ce parafoudre soit soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350µs (Iimp).

Les caractéristiques que devra respecter le parafoudre de type 1 sont les suivantes :

- Courant de choc minimum Iimp sup ou égal à 25,0 kA(Tri+n),
- Tension résiduelle Up inférieure ou égale à 1,5 kV.
- Uc : 440V
- Dispositif de déconnexion : inférieur au calibre de l'interrupteur général.

Ce parafoudre permettra la protection des différentes installations électriques implantées à une distance filaire <10 mètres. Les installations implantées **à plus de 10 mètres** devront être protégées par des parafoudres **de type 2** (à vois pour les centrales).

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Ce parafoudre protègera ainsi :

- Les équipements,
- Les alarmes techniques,
- ...

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

↳ Armoire divisionnaire des bureaux administratifs

Mise en place d'un parafoudre type 1+2 à minima de **niveau I** équipé d'un dispositif de déconnexion.

La norme NF EN 61643-11 impose que ce parafoudre soit soumis aux essais de classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 $\mu$ s (Iimp).

Les caractéristiques que devra respecter le parafoudre de type 1 sont les suivantes :

- Courant de choc minimum Iimp sup ou égal à 25,0 kA(Tri+n),
- Tension résiduelle Up inférieure ou égale à 1,5 kV.
- Uc : 440V
- Dispositif de déconnexion : inférieur au calibre de l'interrupteur général.

Ce parafoudre permettra la protection des différentes installations électriques implantées à une distance filaire <10 mètres. Les installations implantées à **plus de 10 mètres** devront être protégées par des parafoudres **de type 2** (à vois pour les centrales).

Ce parafoudre protègera ainsi :

- L'éclairage,
- L'éclairage de secours,
- Les ordinateurs,
- ...

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

Le tableau suivant, tiré de la norme CEI 62305-1, nous indique les valeurs maximales des paramètres de foudre correspondant aux niveaux de protection contre la foudre :

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbol	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	

**Tableau 14 : Valeurs du courant de foudre direct Iimp maxi**

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Le niveau de protection défini par l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre.

D'après l'annexe E de la norme CEI 62305-1, il est considéré que la moitié du courant de foudre s'écoule à la terre.

Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n} \times I_{imp} \text{ max}$$

Où n est le nombre total des éléments conducteurs (pôles).

On obtient ainsi les résultats suivants :

	<b>Niveau de protection</b>			
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
	Valeur de $I_{imp}$ mini (en kA)			
<b>IT avec neutre</b>	<b>25,0</b>	18,8	12,5	
<b>IT sans neutre</b>	33,3	25,0	16,7	
<b>TN-C</b>	33,3	25,0	16,7	
<b>TN-S (tri + neutre)</b>	<b>25,0</b>	18,8	12,5	
<b>TN-S (mono)</b>	50,0	37,5	25,0	
<b>TT (tri + neutre)</b>	<b>25,0</b>	18,8	12,5	
<b>TT (mono)</b>	50,0	37,5	25,0	

*Tableau 15 : Courant d'impulsion en fonction du niveau de protection*

#### 6.2.4 Télécommunication

Les différentes liaisons téléphoniques des installations de report d'alarme devront être protégées par parafoudre en **entrée et sortie** des bâtiments suivants :

- ↳ Arrivé et départ du nouveau bâtiment en **Niveau I**,
- ↳ Arrivé et départ des Bureaux administratifs actuels en **Niveau IV**.

Caractéristiques recommandées : In : 2,5 kA, Imax : 1,5 A, Uc : 7VDC

#### 6.2.5 Parafoudre de type 1

##### RACCORDEMENT:

Les protections Type 1 seront raccordées au niveau du jeu de barres principal des TGBT.

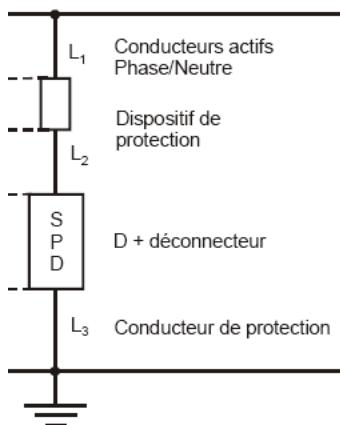
Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

**strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3).**



**Figure 5 : Règle des 50 cm**

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.

**DISPOSITIF DE DECONNEXION :**

Il sera prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...).

Afin de privilégier la continuité des installations électriques, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité**.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects en cas de destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

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 par pôle	Imp. mini en kA	<b>Niveau I</b> 25,0 kA
Forme de l'onde		10/350 µs
Mode de protection		Phase / terre

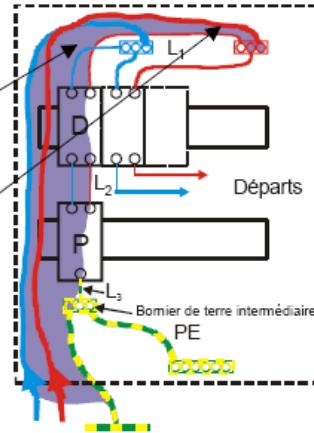
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Règle 1 : Respecter la longueur  $L$  ( $L_1+L_2+L_3$ ) < 0,50 m (7.4.2 et annexe H) en utilisant des borniers de raccordement intermédiaires si nécessaire.

Règle 2 : Réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE en les regroupant ensemble d'un même côté du tableau.

Règle 3 : Séparer les câbles d'arrivée (en provenance du réseau) et les câbles de départ (vers l'installation) pour éviter de mélanger les câbles perturbés et les câbles protégés. Ces câbles ne doivent pas non-plus traverser la boucle (règle 2).

Règle 4 : Plaquer les câbles contre la structure métallique du tableau lorsqu'elle existe afin de minimiser la boucle de masse et de bénéficier de l'effet réducteur des perturbations.



*Figure 6 : Exemple de câblage dans un tableau électrique*

### 6.2.6 Parafoudre de type 2 (pour information)

#### RACCORDEMENT :

La protection Type 2 est raccordée en aval du disjoncteur principal du tableau divisionnaire. La protection est débrochable afin de faciliter les opérations de maintenance. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

Le raccordement doit être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases et PE. La longueur cumulée de conducteurs parallèle de raccordement du parafoudre au réseau doit être inférieure à 0,50 m.

Le câblage est identique au parafoudre type 1.

#### DISPOSITIF DE RACCORDEMENT :

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (note de calculs à l'appui). Afin de privilégier la continuité des installations électriques, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront les règles de sélectivité.

Le dispositif de protection doit permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée afin de garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

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

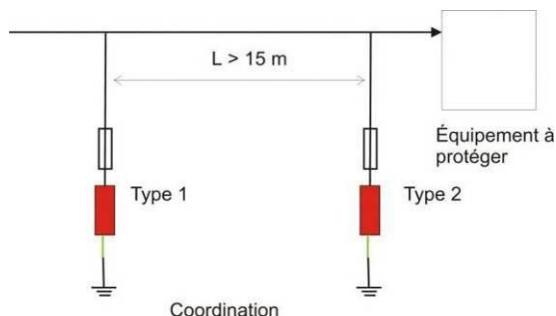
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Courant de décharge	In	10 kA
Courant de décharge max	I <sub>max</sub>	40 kA
Forme de l'onde		8/20 µs
Mode de protection		Phase / terre
Télésurveillance		voyant ou contact

Caractéristiques des protections demandées :

- Embase avec report de fin de vie
- Fiche avec témoin de fin de vie
- Montage Rail DIN
- Configuration Modulaire débrochable (Fiche+Embase)
- Signalisation défaut Par voyant mécanique
- Télésignalisation Par contact sec inverseur 250VAC/125VDC
- Tension assignée U<sub>c</sub> 440 V AC
- Pouvoir de décharge 20 kA nominal en onde 8/20µs (x20 chocs)
- Pouvoir de décharge 40 kA maximum en onde 8/20µs (x1 choc)
- Courant de fuite vers PE < 0,3 mA
- Section raccordable 35 mm<sup>2</sup>

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



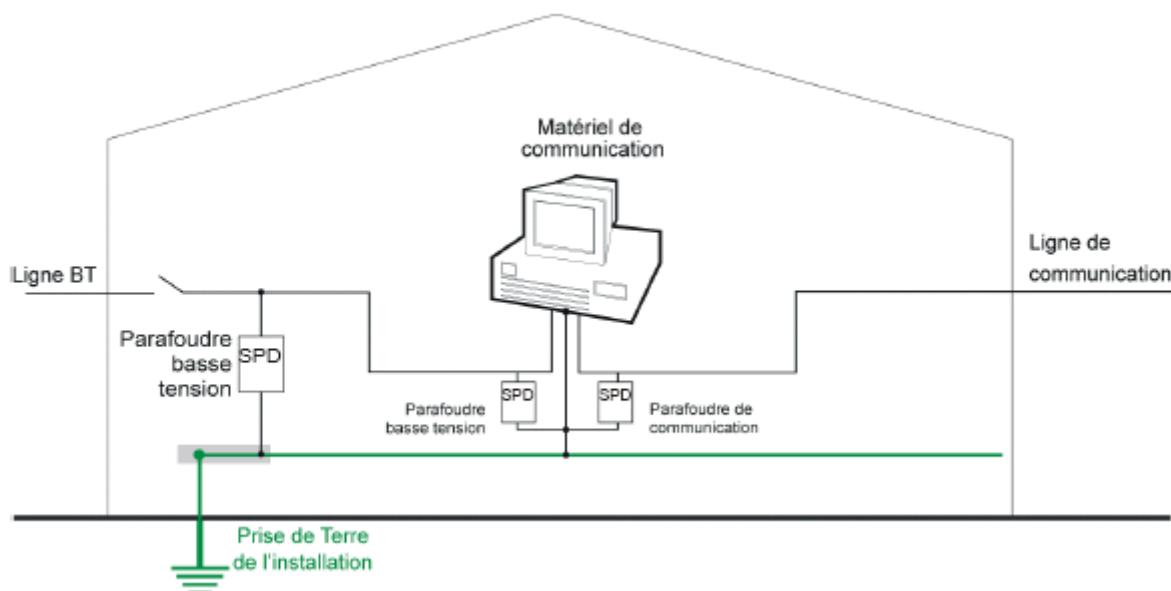
**Figure 7 : Distance entre masses**

### 6.2.7 Parafoudre de type 3 (pour information)

La protection Type 3 est dédiée à la protection des équipements très sensibles ou d'une importance stratégique notoire. Cette dernière est destinée à répondre aux effets induits par la foudre.

#### RACCORDEMENT :

La protection de Type 3 (protection fine) est raccordée en série. Le raccordement au réseau équipotentiel doit être réalisé de la manière la plus courte possible.

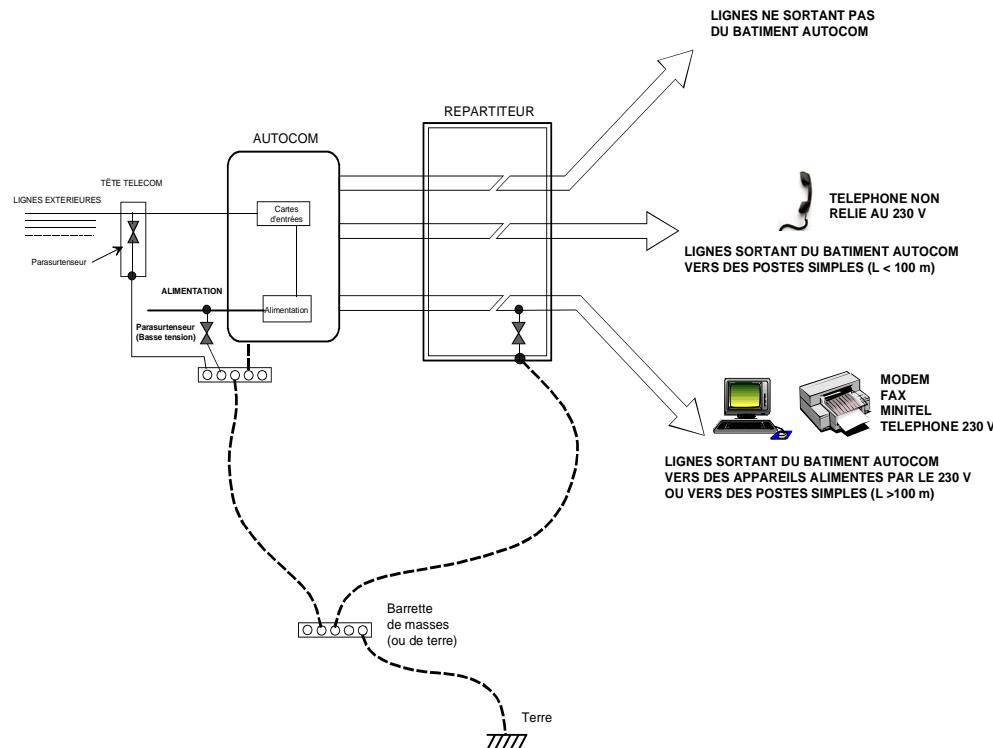
**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**


**Figure 8 : Exemple d'installation protection type 3**

Afin de se prémunir des surtensions arrivant par les lignes téléphoniques (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 celles-ci en différenciant les types de lignes :

- Celles provenant de l'extérieur du site : Elles doivent être protégées en raison de leur importance stratégique,
- Les lignes internes au site et cheminant vers un autre bâtiment que celui renfermant l'autocommutateur. Il faut distinguer :
  - La ligne est raccordée à un appareil possédant une alimentation 230 V : il faut systématiquement protéger la ligne côté autocommutateur.
  - Les lignes internes restant dans le même bâtiment que l'autocommutateur : La protection par parafoudre n'est pas nécessaire.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**


*Figure 9 : Schéma de principe pour la téléphonie*

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.

### 6.2.8 Émetteurs radio, Surveillance vidéo (pour information)

Les antennes sont susceptibles de capter le champ électromagnétique rayonné par les éclairs. De ce fait, elles peuvent transmettre des surtensions à l'émetteur.

Pour éviter cela, il est nécessaire de protéger les entrées « antenne » des émetteurs par un parafoudre coaxial. Celui-ci sera connecté directement sur l'émetteur.

Son impédance caractéristique et sa bande passante doivent être choisies en adéquation avec l'émetteur.

Cette préconisation doit particulièrement être respectée pour d'éventuelles antennes installées sur les bâtiments ainsi qu'en présence de panneaux photovoltaïques.

Les câbles coaxiaux du système de surveillance vidéo sont des vecteurs d'entrée des perturbations atmosphériques.

Afin de protéger les systèmes de traitement, il est recommandé d'équiper leurs entrées / sorties avec les **parafoudres coaxiaux**. Ils seront choisis en fonction de la bande passante et du niveau de tension du signal.

## 6.3 PROTECTION NATURELLE

Les liaisons « courants faibles » peuvent présenter une certaine immunité vis-à-vis de la foudre en fonction des câbles choisis et de leur mode de pose.

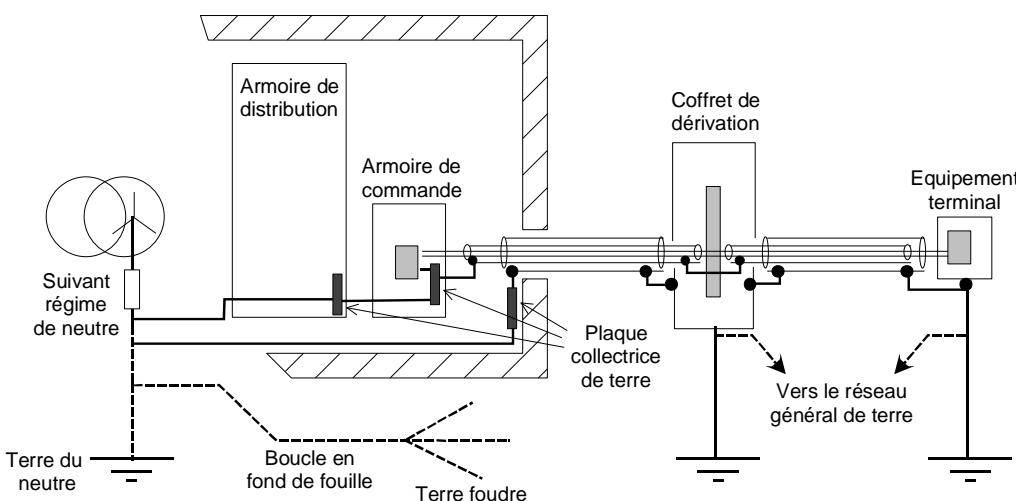
## TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Une protection efficace contre les effets de la foudre peut être obtenue avec un double blindage :

- ↳ Le blindage externe doit être continu et raccordé à la terre chaque fois que possible,
- ↳ Il doit avoir une section suffisante pour écouler une fraction du courant de foudre (typiquement 6 à 16 mm<sup>2</sup>),
- ↳ Le blindage interne doit être continu et raccordé à la masse uniquement à une extrémité, généralement du côté des baies de traitement ou de mesure,
- ↳ Sa section a peu d'importance car il joue le rôle d'écran électromagnétique.

Ces règles sont illustrées sur la figure page suivante.



Assurer la continuité électrique du blindage interne et le raccorder aux masses de l'armoire de commande.  
 Assurer la continuité électrique du feuillard métallique externe et le raccorder à la terre à ses extrémités et chaque fois que possible.  
 Maintenir un isolement entre le blindage interne et le feuillard métallique externe.

*Figure 10 : Schéma de principe de protection par blindages adaptés*

## 6.4 PRÉVENTION

Cette étude évoque également l'aspect prévention vis-à-vis des risques foudre en présence de personnes exposés aux orages ou lors de manipulation de produits et/ou matériels dangereux.

Selon l'arrêté du 19 juillet 2011 (article 4 de la circulaire du 24 avril 2008), « les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site », et « tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord ».

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut être :

- ↳ Un système local de détection par moulin à champ type Detectstorm ou équivalent.

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	



En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15kV/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque.

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et toute activité dans ou à proximité de l'usine d'acétylène sera interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

Cette procédure d'alerte foudre devra être régulièrement effectuée (nombre important de fiches remplies par an) par liaison téléphonique, rendant pratiquement nulle la probabilité d'inflammation de zones explosives.

Ces fiches remplies régulièrement apporteront une bonne traçabilité des évènements utiles lors d'investigations nécessaires après d'éventuels dysfonctionnements rencontrés. En cas de sinistres graves, ces éléments apportent une aide précieuse lors d'une enquête administrative ou judiciaire.

### **CONCLUSION :**

Ce système n'est pas requis pour ce site. Il peut être installé de façon optionnelle.

## 7 RECEPTION & VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

### 7.1 RÉCEPTION INITIALE

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- ↳ Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- ↳ Cheminement de ces différents organes,
- ↳ Fixation mécanique des conducteurs,
- ↳ Respect des distances de séparation,
- ↳ Existence de liaisons équipotentielle,
- ↳ Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- ↳ Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- ↳ Interconnexion des prises de terre entre elles.

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

La deuxième partie de cette mission de vérification comportera l'inspection des parafoudres : caractéristiques, respect des règles de l'art (liaison barrette < à 50 cm), etc.

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'étude technique.

### 7.2 VÉRIFICATIONS PÉRIODIQUES (I. EXTÉRIEURES P.F. ET I. INTÉRIEURES P.F.)

La NF EN 62 305-3 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en œuvre sur la structure à protéger en présence de protection extérieure :

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1
NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.			
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.			

*Tableau 16 : Tableau des fréquences de contrôle suivant la norme NF EN 62 305-3*

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site ESQAL, l'arrêté du 19 juillet 2011 précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

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 de protection contre la foudre.

#### **Note importante :**

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement 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 d'une valise test (valise CHECKmaster ou équivalent) avec affichage des résultats des essais et raccordement par interface sur imprimante et PC pour exploiter les données et les incorporer au dossier « maintenance foudre ».

### **7.3 VÉRIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES**

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- ↳ Travaux d'agrandissement du site,
- ↳ Forte période orageuse dans la région,
- ↳ 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,

Des perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées : une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est alors nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans un carnet de bord mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

## 8 TABLEAU DE SYNTHESE

Installations/ équipements	Préconisations (effets directs et indirects)	Obligation	Optimisation
Unité de fabrication de CO2 et bureaux administratifs	<p><b><u>Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)</u></b> conformément au § 6.1</p> <p>Installation de paratonnerres en niveau IV à pointes sèches raccordés à 3 prises de terre minimum,</p>	X	
TGBT de l'ancienne et de la nouvelle installation	<p><b><u>Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.F.P)</u></b> conformément au § 6.2</p> <p>Installation d'un parafoudre de type 1 en Niveau IV</p>	X	
Armoire divisionnaire Unité de fabrication de CO2 et bureaux administratifs	Installation d'un parafoudre de type 1+2 en Niveau IV,	X	
Armoire divisionnaire Nouvelle unité de gaz médicaux	Installation de parafoudres de type 1+2 en Niveau I,	X	
Télécom.	Installation de parafoudres en niveau I sur les transmissions téléphoniques de report de télésurveillance (alarmes...) du nouveau bâtiment et niveau IV sur les bureaux administratifs actuels.	X	
Prévention Personnel	Installation d'un moulin à champ		X
Missions d'Ingénierie	Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) Assistance, suivi de chantier (AMO) (ACT) (EXE)		X X

(en cas de travaux)	Réception initiale des travaux (REC) Formation du personnel (FOR) Dossier Unique Foudre	X	X
---------------------	---	---	---

AMO : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage.

ACT : Assistance pour la passation des Contrats de Travaux.

EXT : Suivi pendant l'exécution des travaux.

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises.

## 9 CONCLUSIONS

Cette Étude foudre a permis d'évaluer les risques et de préciser quelles sont les protections à mettre en œuvre sur le site étudié. Le résultat de cette étude montre que le site **ESQAL** sur la commune de **NOUMEA** (98) a **des obligations légales** de se protéger contre la foudre.

Concernant les effets directs de la foudre, l'ensemble des installations étudiées doivent être protégées contre les effets directs de la foudre avec **des SPF de niveau IV**, conformément au § 6.1 de cette Étude Technique.

La présence de parafoudres est rendue obligatoire sur les TGBT par des **parafoudres de type 1+2 de niveau IV et sur les armoires divisionnaires**.

La protection sera complétée par des **parafoudres de niveau I et niveau IV** sur les liaisons de télécommunication utilisées pour le report de télésurveillance.

Les parafoudres devront tenir compte d'une homogénéité des marques.

Si des travaux sont décidés, il serait nécessaire de confier l'ensemble des missions d'ingénierie à un interlocuteur unique ayant les compétences et l'indépendance nécessaire, pour réaliser les missions suivantes : AMO, ACT, REC, sans oublier la formation du personnel.

Cet interlocuteur s'assurera de la qualité de la mise en œuvre des protections foudre, de leur maintenance, des réceptions initiales successives à l'aide du carnet de bord obligatoire, à mettre à la disposition des inspecteurs en charge des installations classées attestant de leur réalisation.

Lorsque les travaux de protection seront achevés, une vérification Initiale de conformité globale devra être assurée par un organisme compétent avant 6 mois.

Enfin, en absence de dépotage ou manipulations de produits dangereux un système de détection d'orages alertant l'arrivée potentielle de la foudre n'est pas indispensable.

Toutes ces opérations devront être incluses dans le contrat des contrôles périodiques répondant au décret du 18 novembre 1988.

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».*

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

ANNEXE 1

Analyse du Risque Foudre

NF EN 62305-2

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0  
conforme à la norme NF EN 62305-2**

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## RAPPORT TECHNIQUE

### Protection contre la foudre

Évaluation des risques

Sélection des mesures de protection

### ESQAL UNITE DE FABRICATION D'ACETYLENE

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
  - 4.1 Densité de foudroiement.
  - 4.2 Données de la structure.
  - 4.3 Données des lignes électriques.
  - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
  - 6.1 Risque R1 perte en vies humaines
    - 6.1.1 Calcul du risque R1
    - 6.1.2 Évaluation des risques R1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES
 

Structure de la mise en page

Surface d'exposition Ad

Surface d'exposition Am

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

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

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 6.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,85 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

### 6.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure*.

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

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

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

exécuté parce que pas expressément requis par le client.

### 6.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation élec. enterrée
- Ligne de puissance: Ligne élec. arrière

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

### 6.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Extérieure

Z2: Intérieure

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

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

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition Ad*.

La surface d'exposition Am due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition Am*.

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

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

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

## 6. EVALUATION DES RISQUES

### 4.1 Risque R1: pertes en vies humaines

#### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Extérieure

RA: 3,49E-10

Total: 3,49E-10

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Z2: Intérieure

RB: 2,45E-06

RU(Electricité): 1,46E-10

RV(Electricité): 2,93E-07

Total: 2,74E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,74E-06

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,74E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

## 7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 2,74E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

## 8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable: R1

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

Date 02/10/2013

Cachet et signature

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)  
Blindage de structure : Aucun bouclier équivalence de foudroiement (1/km<sup>2</sup> an) Ng = 0,85

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation élec. enterrée

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

Longueur (m) Lc = 50

résistivité (ohm.m) · = 500

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

Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)

Caractéristiques des lignes: Ligne éléc. arrière

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

Longueur (m) Lc = 10

Hauteur par rapport au sol (m) Hc = 6

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

Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Extérieure

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ( $ra = 0,00001$ )

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Extérieure

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1)  $Lt = 2,85E-02$

Risque et composantes du risque pour la zone:Extérieure

Risque 1: Ra

Caractéristiques de la zone: Intérieure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $ru = 0,01$ )

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

### Réseaux interneElectricité

Connecté à la ligne Alimentation élec. enterrée

câblage: superficie de boucle de l'ordre de  $50 \text{ m}^2$  ( $Ks3 = 1$ )

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ( $Pspd = 1$ )

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Intérieure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1)  $Lt = 0,0001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1)  $Lf = 0,5$

Risque et composantes du risque pour la zone:Intérieure

Risque 1: Rb Ru Rv

## APPENDICE - Évaluation de la charge spécifique incendie

Zone Z2 - Intérieure

Surface totale de la structure:  $750 \text{ m}^2$

acétylène, cylindres

670 MJ/m<sup>2</sup> - zone:  $750 \text{ m}^2$  - Enceinte incombustible mais non résistante au feu  
acétone

34 MJ/kg - masse: 100 kg - Enceinte incombustible mais non résistante au feu

Charge spécifique incendie (MJ/m<sup>2</sup>): 573,35

Risque d'incendie: ordinaire

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

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

### Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =5,76E-03 km<sup>2</sup>

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,31E-01 km<sup>2</sup>

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,22E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,95E-01

### Lignes électriques

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

#### Alimentation élec. enterrée

Al = 0,000689 km<sup>2</sup>

Ai = 0,027951 km<sup>2</sup>

#### Ligne élec. arrière

Al = 0,000000 km<sup>2</sup>

Ai = 0,010000 km<sup>2</sup>

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

#### Alimentation élec. enterrée

Ni = 0,000146

Ni = 0,002376

#### Ligne élec. arrière

Ni = 0,000000

Ni = 0,000850

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

### Zone Z1: Extérieure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

### Zone Z2: Intérieure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Electricité) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Electricité) = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

Pu (Electricité) = 1,00E+00

Pv (Electricité) = 1,00E+00

Pw (Electricité) = 1,00E+00

Pz (Electricité) = 1,00E+00

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## RAPPORT TECHNIQUE

### Protection contre la foudre

Évaluation des risques

Sélection des mesures de protection

### ESQAL UNITE DE STOCKAGE DE PROPANE

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
  - 4.1 Densité de foudroiement.
  - 4.2 Données de la structure.
  - 4.3 Données des lignes électriques.
  - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
  - 6.1 Risque R1 perte en vies humaines
    - 6.1.1 Calcul du risque R1
    - 6.1.2 Évaluation des risques R1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES
 

Structure de la mise en page

Surface d'exposition Ad

Surface d'exposition Am

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,85 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

### 4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 30,18 B (m): 6,22 H (m): 3 Hmax (m): 3

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine
- perte de valeurs économiques

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

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

- risque R1;

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

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

#### 4.3 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

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

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

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

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

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

### 6. EVALUATION DES RISQUES

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

##### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RB: 1,17E-08

Total: 1,17E-08

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,17E-08

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,17E-08 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

## 7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 1,17E-08 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

## 8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable: R1

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

Date 13/09/2013

Cachet et signature

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 30,18 B (m): 6,22 H (m): 3 Hmax (m): 3

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)

Blindage de structure : Aucun bouclier équivalence de foudroyement (1/km<sup>2</sup> an) Ng = 0,85

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

### APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton (ru = 0,01)

Risque d'incendie: faible (rf = 0,001)

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

Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt = 0,0001

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf = 0,05

Perte dues à des dommages physiques (liées à R4) Lf = 0,5

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R4) = Lo 0,01

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

Risque 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

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

##### Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,10E-03 km<sup>2</sup>

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,15E-01 km<sup>2</sup>

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =2,34E-04

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,83E-01

##### Lignes électriques

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

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

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

##### Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## RAPPORT TECHNIQUE

### Protection contre la foudre

Évaluation des risques

Sélection des mesures de protection

### ESQAL UNITE DE CO2 ET BUREAUX ADMINISTRATIFS

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
  - 4.1 Densité de foudroiement.
  - 4.2 Données de la structure.
  - 4.3 Données des lignes électriques.
  - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
  - 6.1 Risque R1 perte en vies humaines
    - 6.1.1 Calcul du risque R1
    - 6.1.2 Évaluation des risques R1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES
 

Structure de la mise en page

Surface d'exposition Ad

Surface d'exposition Am

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,85 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

### 4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure*.

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

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

- risque R1;

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

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

#### 4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne Telecom: Entrée téléphonique
- Ligne de puissance: Entrée électrique
- Ligne de puissance: Sortie vers studios

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

#### 4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

- Z1: Extérieure  
Z2: Intérieure

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

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

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition Ad* .

La surface d'exposition Am due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition Am* .

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

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

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

### 6. EVALUATION DES RISQUES

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

##### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Extérieure

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
<b>TITRE</b>	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

RA: 1,96E-12  
 Total: 1,96E-12

Z2: Intérieure  
 RB: 1,96E-05  
 RU(Electrique): 2,38E-06  
 RV(Electrique): 2,38E-06  
 RU(Téléphonique): 2,38E-06  
 RV(Téléphonique): 2,38E-06  
 RU(Sortie électrique): 2,68E-06  
 RV(Sortie électrique): 2,68E-06  
 Total: 3,45E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 3,45E-05

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total  $R1 = 3,45E-05$  est plus grand que le risque tolérable  $RT = 1E-05$ , et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Extérieure  
 Total = 0,0000 %

Z2 - Intérieure  
 RD = 56,8976 %  
 RI = 43,1024 %  
 Total = 100 %  
 RS = 21,5512 %  
 RF = 78,4488 %  
 RO = 0 %  
 Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

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

Z2 - Intérieure (100 %)
 

- essentiellement due à des dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :

$$RB = 56,8976 \%$$

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

## 7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RB dans les zones:

Z2 - Intérieure

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

- pour la composante du risque B:

- 1) Paratonnerre
- 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV ( $Pb = 0,2$ )

- Pour la ligneLigne1 - Entrée téléphonique:

- ParaFoudre d'entrée - niveau: IV

- Pour la ligneLigne2 - Entrée électrique:

- ParaFoudre d'entrée - niveau: IV

- Pour la ligneLigne3 - Sortie vers studios:

- ParaFoudre d'entrée - niveau: IV

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

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

Zone Z1: Extérieure

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 0,2$

$Pc = 1,00E+00$

$Pm = 1,00E+00$

$ra = 0,00001$

$rp = 1$

$rf = 0$

$h = 1$

Zone Z2: Intérieure

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 0,2$

$Pc (\text{Electrique}) = 1,00E+00$

$Pc (\text{Téléphonique}) = 1,00E+00$

$Pc (\text{Sortie électrique}) = 1,00E+00$

$Pc = 1,00E+00$

$Pm (\text{Electrique}) = 1,00E+00$

$Pm (\text{Téléphonique}) = 1,00E+00$

$Pm (\text{Sortie électrique}) = 1,00E+00$

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

$Pm = 1,00E+00$   
 $Pu (\text{Electrique}) = 3,00E-02$   
 $Pv (\text{Electrique}) = 3,00E-02$   
 $Pw (\text{Electrique}) = 1,00E+00$   
 $Pz (\text{Electrique}) = 1,00E+00$   
 $Pu (\text{Téléphonique}) = 3,00E-02$   
 $Pv (\text{Téléphonique}) = 3,00E-02$   
 $Pw (\text{Téléphonique}) = 1,00E+00$   
 $Pz (\text{Téléphonique}) = 1,00E+00$   
 $Pu (\text{Sortie électrique}) = 3,00E-02$   
 $Pv (\text{Sortie électrique}) = 3,00E-02$   
 $Pw (\text{Sortie électrique}) = 1,00E+00$   
 $Pz (\text{Sortie électrique}) = 1,00E+00$   
 $ra = 0,01$   
 $rp = 0,5$   
 $rf = 0,01$   
 $h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Extérieure  
 RA: 1,96E-12  
 Total: 1,96E-12

Z2: Intérieure  
 RB: 3,92E-06  
 RU(Electrique): 7,13E-08  
 RV(Electrique): 7,13E-08  
 RU(Téléphonique): 7,13E-08  
 RV(Téléphonique): 7,13E-08  
 RU(Sortie électrique): 8,03E-08  
 RV(Sortie électrique): 8,03E-08  
 Total: 4,37E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,37E-06

## 8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1  
 SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUDRE.

Date13/09/2013

Cachet et signature

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ( $Cd = 0,25$ )  
 Blindage de structure :Aucun bouclier équivalence de foudroyement ( $1/km^2 \text{ an}$ )  $Ng = 0,85$

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Entrée téléphonique

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

Longueur (m)  $Lc = 50$

résistivité (ohm.m)  $\cdot = 500$

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

Facteur environnemental ( $Ce$ ): urbain ( $10 < h < 20 \text{ m}$ )

Caractéristiques des lignes: Entrée électrique

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m)  $Lc = 10$

résistivité (ohm.m)  $\cdot = 500$

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

Facteur environnemental ( $Ce$ ): urbain ( $10 < h < 20 \text{ m}$ )

Caractéristiques des lignes: Sortie vers studios

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

Longueur (m)  $Lc = 30$

Hauteur par rapport au sol (m)  $Hc = 7$

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

Facteur environnemental ( $Ce$ ): urbain ( $10 < h < 20 \text{ m}$ )

### APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Extérieure

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ( $ra = 0,00001$ )

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Extérieure

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1)  $Lt = 0,0001$

Risque et composantes du risque pour la zone:Extérieure

Risque 1: Ra

Caractéristiques de la zone: Intérieure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $ru = 0,01$ )

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

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

Protections contre le feu: actionnés manuellement ( $rp = 0,5$ )

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

#### Réseaux interneElectrique

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

#### Réseaux interneTéléphonique

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

#### Réseaux interneSortie électrique

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

#### Valeur moyenne des pertes pour la zone:Intérieure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =1,00E+00  
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =1,00E+00

#### Risque et composantes du risque pour la zone:Intérieure

Risque 1: Rb Ru Rv

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

#### Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =9,23E-03 km<sup>2</sup>  
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,48E-01 km<sup>2</sup>  
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,96E-03  
 Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =2,09E-01

#### Lignes électriques

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

Entrée téléphonique  
 Al = 0,001118 km<sup>2</sup>  
 Ai = 0,027951 km<sup>2</sup>

Entrée électrique  
 Al = 0,000224 km<sup>2</sup>  
 Ai = 0,005590 km<sup>2</sup>

Sortie vers studios  
 Al = 0,001260 km<sup>2</sup>  
 Ai = 0,030000 km<sup>2</sup>

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

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
<b>TITRE</b>	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Entrée téléphonique

NI = 0,000238

Ni = 0,002376

Entrée électrique

NI = 0,000010

Ni = 0,000095

Sortie vers studios

NI = 0,000268

Ni = 0,002550

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

Zone Z1: Extérieure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

Zone Z2: Intérieure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Electrique) = 1,00E+00

Pc (Téléphonique) = 1,00E+00

Pc (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Electrique) = 1,00E+00

Pm (Téléphonique) = 1,00E+00

Pm (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

Pu (Electrique) = 1,00E+00

Pv (Electrique) = 1,00E+00

Pw (Electrique) = 1,00E+00

Pz (Electrique) = 1,00E+00

Pu (Téléphonique) = 1,00E+00

Pv (Téléphonique) = 1,00E+00

Pw (Téléphonique) = 1,00E+00

Pz (Téléphonique) = 1,00E+00

Pu (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pv (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pw (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pz (Sortie électrique) = 1,00E+00

Pz (Sortie électrique) = 1,00E+00

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

## RAPPORT TECHNIQUE

### Protection contre la foudre

Évaluation des risques

Sélection des mesures de protection

### ESQAL NOUVELLE UNITE

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
  - 4.1 Densité de foudroiement.
  - 4.2 Données de la structure.
  - 4.3 Données des lignes électriques.
  - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
  - 6.1 Risque R1 perte en vies humaines
    - 6.1.1 Calcul du risque R1
    - 6.1.2 Évaluation des risques R1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES
 

Structure de la mise en page

Surface d'exposition Ad

Surface d'exposition Am

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

### 4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure*.

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

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

- risque R1;

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

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

#### 4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Ligne électrique
- Ligne Telecom: Ligne télécom

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

#### 4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Extérieur

Z2: Intérieur

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

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

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition Ad*.

La surface d'exposition Am due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition Am*.

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

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

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

### 6. EVALUATION DES RISQUES

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

##### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Extérieur

RA: 1,71E-10

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Total: 1,71E-10

Z2: Intérieur

RB: 3,41E-06

RU(Réseau électrique): 9,43E-10

RV(Réseau électrique): 1,89E-06

RU(Réseau télécom): 8,86E-09

RV(Réseau télécom): 1,77E-05

Total: 2,30E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,30E-05

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,30E-05 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Extérieur

RD = 0,0007 %

RI = 0 %

Total = 0,0007 %

RS = 0,0007 %

RF = 0 %

RO = 0 %

Total = 0,0007 %

Z2 - Intérieur

RD = 14,8218 %

RI = 85,1775 %

Total = 99,9993 %

RS = 0,0426 %

RF = 99,9567 %

RO = 0 %

Total = 99,9993 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

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

Z2 - Intérieur (99,9993 %)

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

- essentiellement due à des dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
  - RV (Réseau télécom) = 76,9427 %
  - dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

## 7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RV dans les zones:  
Z2 - Intérieur

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

- pour la composante du risque V:
  - 1) Paratonnerre
  - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
  - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
  - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

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

- Pour la ligne Ligne1 - Ligne électrique:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Ligne télécom:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

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

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

Zone Z1: Extérieur  
 Pa = 1,00E+00  
 Pb = 1,0  
 Pc = 1,00E+00  
 Pm = 1,00E+00  
 ra = 0,00001  
 rp = 1  
 rf = 0  
 h = 1

Zone Z2: Intérieur  
 Pa = 1,00E+00  
 Pb = 1,0  
 Pc (Réseau électrique) = 1,00E+00  
 Pc (Réseau télécom) = 1,00E+00  
 Pm (Réseau électrique) = 1,00E+00  
 Pm (Réseau télécom) = 1,00E+00

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

$P_m = 1,00E+00$   
 $P_u (\text{Réseau électrique}) = 3,00E-02$   
 $P_v (\text{Réseau électrique}) = 3,00E-02$   
 $P_w (\text{Réseau électrique}) = 1,00E+00$   
 $P_z (\text{Réseau électrique}) = 1,00E+00$   
 $P_u (\text{Réseau télécom}) = 3,00E-02$   
 $P_v (\text{Réseau télécom}) = 3,00E-02$   
 $P_w (\text{Réseau télécom}) = 1,00E+00$   
 $P_z (\text{Réseau télécom}) = 1,00E+00$   
 $ra = 0,01$   
 $rp = 0,2$   
 $rf = 0,1$   
 $h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Extérieur  
 RA: 1,71E-10  
 Total: 1,71E-10

Z2: Intérieur  
 RB: 3,41E-06  
 RU(Réseau électrique): 2,83E-11  
 RV(Réseau électrique): 5,66E-08  
 RU(Réseau télécom): 2,66E-10  
 RV(Réseau télécom): 5,31E-07  
 Total: 4,00E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,00E-06

## 8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1  
SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUDRE.

Date13/09/2013

Cachet et signature

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ( $C_d = 0,25$ )  
Blindage de structure :Aucun bouclier équance de foudroiement ( $1/km^2 \text{ an}$ )  $N_g = 0,85$

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Ligne électrique

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) · = 500

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

Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)

Caractéristiques des lignes: Ligne télécom

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

Longueur (m) Lc = 1000

Hauteur par rapport au sol (m) Hc = 7

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

Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)

## APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Extérieur

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ( $ra = 0,00001$ )

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Extérieur

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Extérieur

Risque 1: Ra

Caractéristiques de la zone: Intérieur

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $ru = 0,01$ )

Risque d'incendie: élevé ( $rf = 0,1$ )

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneRéseau électrique

Connecté à la ligne Ligne électrique

câblage: superficie de boucle de l'ordre de  $50 \text{ m}^2$  ( $Ks3 = 1$ )

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ( $Pspd = 1$ )

Réseaux interneRéseau télécom

Connecté à la ligne Ligne télécom

câblage: superficie de boucle de l'ordre de  $50 \text{ m}^2$  ( $Ks3 = 1$ )

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ( $Pspd = 1$ )

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Intérieur

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Risque et composantes du risque pour la zone:Intérieur

Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =8,03E-03 km<sup>2</sup>

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,39E-01 km<sup>2</sup>

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,71E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =2,01E-01

Lignes électriques

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

Ligne électrique

Al = 0,022193 km<sup>2</sup>

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

Ligne télécom

Al = 0,041685 km<sup>2</sup>

Ai = 1,000000 km<sup>2</sup>

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

Ligne électrique

Ni = 0,000943

Ni = 0,009503

Ligne télécom

Ni = 0,008858

Ni = 0,085000

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

Zone Z1: Extérieur

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

Zone Z2: Intérieur

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Réseau électrique) = 1,00E+00

Pc (Réseau télécom) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Réseau électrique) = 1,00E+00

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

Pm (Réseau télécom) = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

Pu (Réseau électrique) = 1,00E+00

Pv (Réseau électrique) = 1,00E+00

Pw (Réseau électrique) = 1,00E+00

Pz (Réseau électrique) = 1,00E+00

Pu (Réseau télécom) = 1,00E+00

Pv (Réseau télécom) = 1,00E+00

Pw (Réseau télécom) = 1,00E+00

Pz (Réseau télécom) = 1,00E+00

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## ANNEXE 2

Généralités & interactions entre la foudre et les installations

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

## GENERALITES & INTERACTIONS ENTRE LA FOUDRE ET LES INSTALLATIONS

### Généralités : Le phénomène orageux

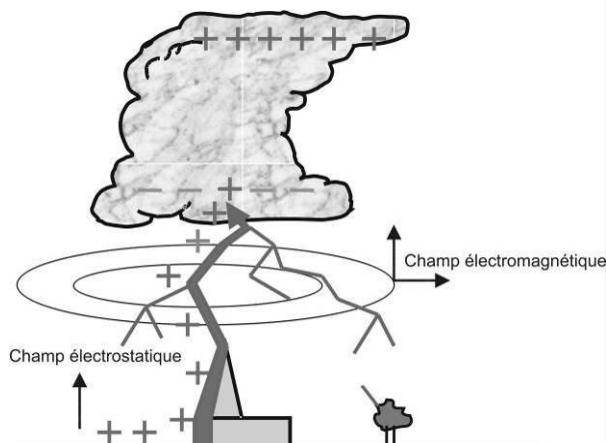
Il convient de connaître la nature du phénomène qui conduit à la foudre.

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.

*Figure 11 : 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.

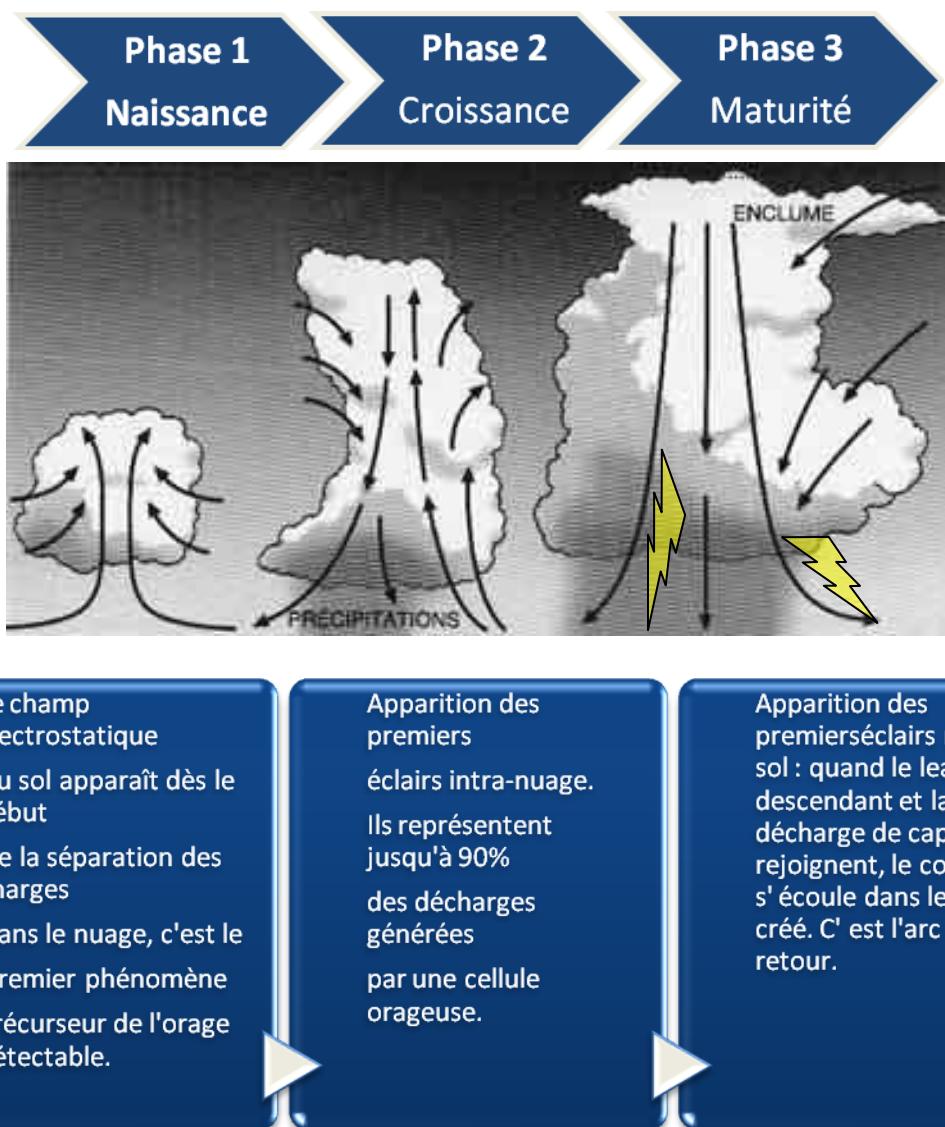


Figure 12 : Tableau des phases du phénomène (OR. : UTE)

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

### **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 amorcages 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.

### **Les 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 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, 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 de l'accidentologie 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).

### **Exemple d'un entrepôt de matériel électrique à Nîmes (30), en 2005.**

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. La présence d'aucune protection par parafoudres ni paratonnerre n'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* »

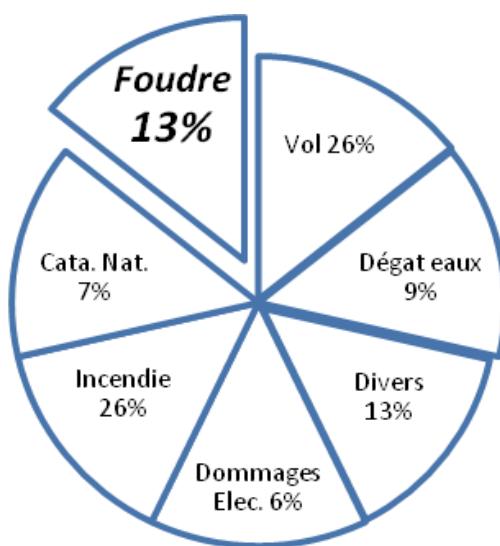
**Historique sinistres foudre et statistiques internationales**

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

- **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.

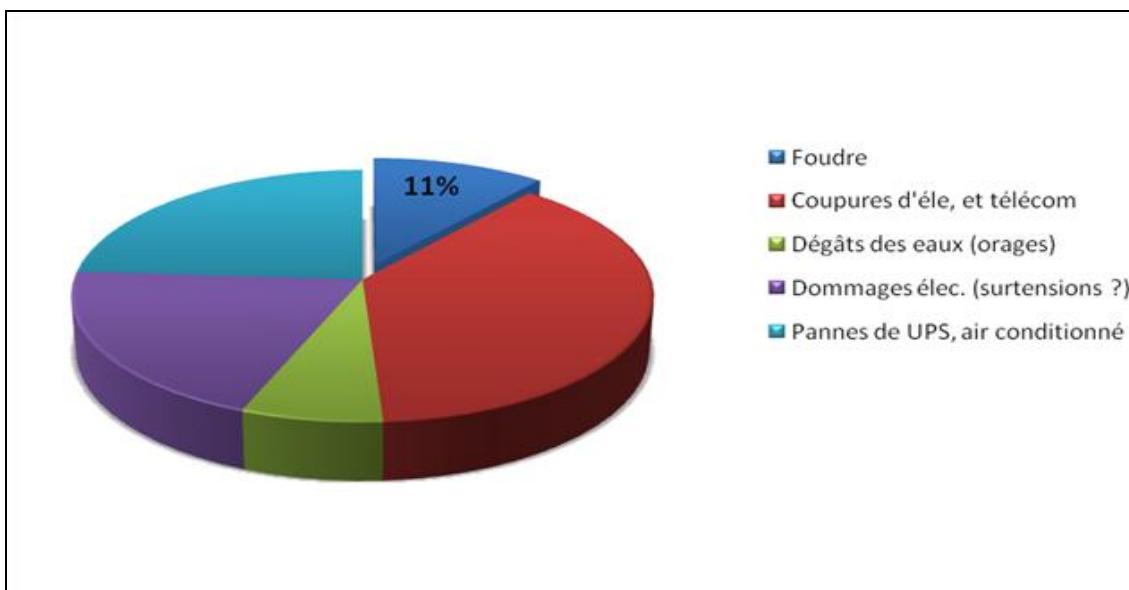
En Allemagne, la compagnie d'assurance du Wurttemberg (Francfort) a obtenu à ce sujet des chiffres éloquents de 2002 à 2007 :



**Figure 13 : Statistiques des causes des sinistres (OR. : APSAD)**

Le groupe 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 :

**Figure 14 : Principales causes de sinistres informatiques**

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

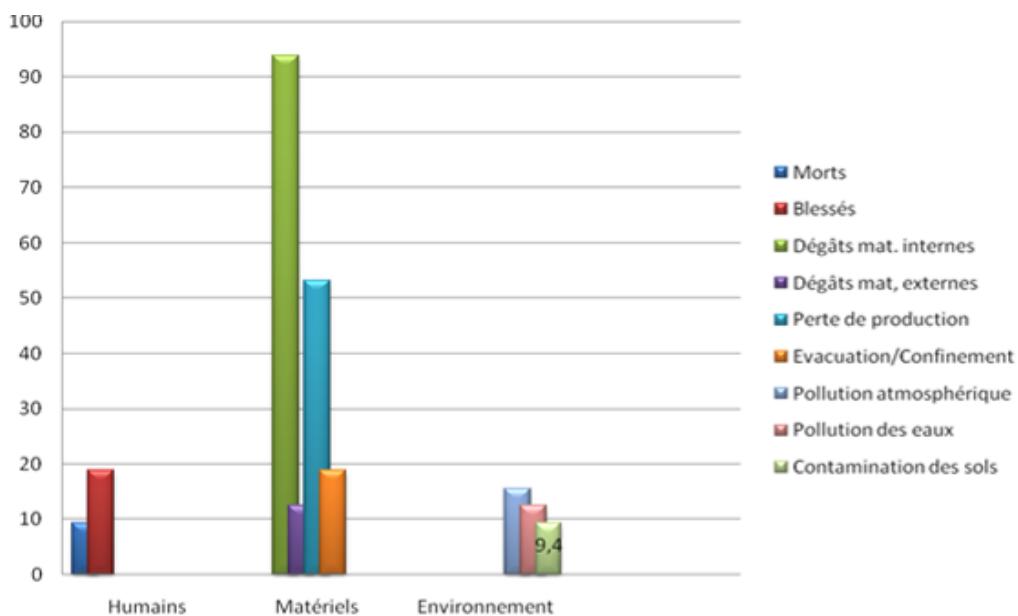
- Statistiques en Télécommunication**

Les conséquences des sinistres dans les domaines des télécommunications sont devenues excessivement contraignantes pour les nouveaux centraux téléphoniques de plus en plus sensibles et complexes.

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 par nature et exposés aux orages : 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) :

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**


*Figure 15 : 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 paraoudres 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 terre 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, surtout en présence de nombreux équipements (EIPS).

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.

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

#### ANNEXE 4

Généralités sur les protections contre la foudre

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

## Protection contre les effets directs

### *Rappel des fondamentaux de protection*

Selon le modèle électrogéométrique, le point d'impact de la foudre se détermine par l'objet au sol qui se trouvera, le premier, à la distance d'amorçage  $d$  du traceur descendant, même si cet objet est le sol lui-même.

Tout se passe donc comme si la pointe du traceur était entourée d'une sphère fictive, de rayon  $d$ , centrée sur elle, et, comme si cette sphère accompagnait rigidement la pointe au cours de la trajectoire a priori aléatoire du traceur. A l'approche du sol, le premier objet atteint par cette sphère déterminera le point d'impact du coup de foudre.

D'où le procédé suivant : On imagine que la sphère fictive de rayon  $d$  roule sur le sol, dans toutes les directions, sans jamais perdre contact soit avec le sol, soit avec un objet proéminent (voir figure 6).

Si, au cours de ce mouvement, la sphère entre en contact avec les dispositifs de protection (tige verticale, nappe de fils, cage de Faraday) sans jamais pouvoir toucher l'un des objets à protéger, alors la protection de ceux-ci est assurée.

Si au cours de ce mouvement, la sphère entre en contact avec l'un des objets à protéger, le dispositif de protection devra être remanié jusqu'à ce qu'aucun de ces contacts ne puisse plus se produire.

Le modèle électrogéométrique suppose une distance d'amorçage identique, quels que soient les objets considérés.

En réalité, la physique du phénomène de développement de la décharge de foudre laisse penser que cette décharge se développera difficilement à partir d'un objet peu conducteur, tel par exemple un mur de brique ou de pierre.

On admet alors que l'objet est encore correctement protégé, même s'il déborde de la structure métallique de protection, si les conditions suivantes sont simultanément respectées :

- La distance entre deux dispositifs de capture, comptée le long du contour à protéger, n'est pas supérieure à  $d\sqrt{2}$ ,
- Au moins un dispositif de capture est visible de toute direction possible d'approche du bâtiment.

Le modèle électrogéométrique, aussi bien que les constructions graphiques, montrent clairement que les zones de protection dépendent étroitement de la distance d'amorçage  $d$  considérée, fonction du courant de foudre.

Si l'étude de la protection a été faite avec une certaine distance  $dc$ , que nous désignerons par distance d'amorçage critique, il est aisément de voir que la protection sera bonne vis-à-vis des courants tels que  $d > dc$  ; mais, par contre, ne sera plus entièrement efficace pour des courants où  $d < dc$ . Cela correspondra au phénomène de non protection vis-à-vis des coups de foudre à faible courant.

Par ailleurs, il apparaît clairement que la protection sera d'autant plus complète que le réseau de descentes ou de fils horizontaux sera serré et que les mailles d'une cage de Faraday seront plus petites. Il y a donc un optimum à rechercher, qui dépend du coût de l'installation de protection et du taux de couverture que l'on admettra.

Une distance d'amorçage critique de 15 mètres, correspondant au plus faible courant de foudre pratiquement envisageable, c'est-à-dire 2 kA, assure une bonne protection.

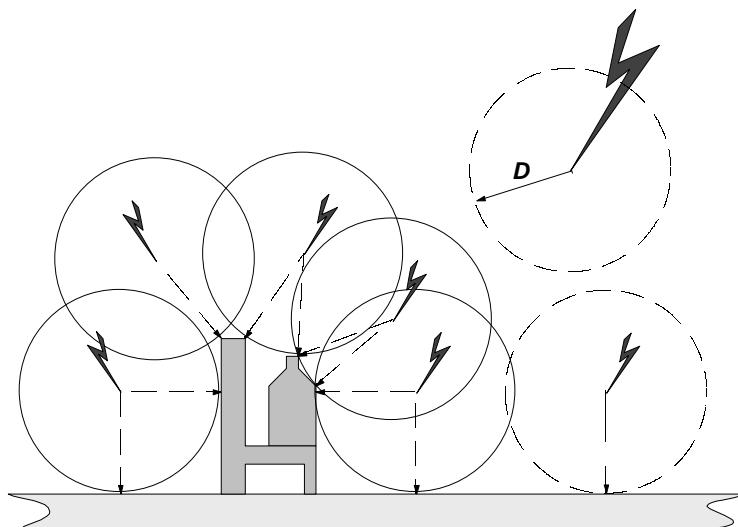
La distance d'amorçage est obtenue pour un coup de foudre d'intensité crête I, par la formule suivante :

$$D = 10 \times I^{2/3} \quad \text{avec D en mètres, I en Kilo Ampères}$$

## TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Il faut savoir que sous sa forme actuelle, le modèle électrogéométrique n'est valable que pour des coups de foudre négatifs, ceux-ci étant de loin les plus fréquents. La répartition statistique est évaluée à 90 % sur le territoire français, hors DOM TOM.



**Figure 16 :** Exemple de points susceptibles d'être touchés par des coups de foudre directs

#### Constitution d'une installation de protection contre la foudre (I.P.F.)

Une installation de protection contre les impacts directs de foudre se compose :

- **D'un dispositif de capture du courant de foudre** (paratonnerres, pointes captrices, fils tendus...), destiné à servir de point de captage ou d'amorçage.

Les composants naturels d'une structure (charpente métallique, garde-corps...) peuvent servir de dispositifs de capture sous certaines conditions.

- **D'un système de conducteurs de toiture et de descentes** dont le rôle est de canaliser et d'écouler les courants de foudre du dispositif de capture au réseau de terre de l'installation à protéger.

Les composants naturels d'une structure (poteaux métalliques, éléments de façades...) peuvent servir de dispositifs de descentes de foudre sous certaines conditions.

- **D'un réseau de prises de terre maillé** capable d'évacuer tout le courant foudre en un temps assez court pour que l'ensemble des masses métalliques de l'installation reste au même potentiel.

Les armatures interconnectées du béton armé non précontraint peuvent aussi être utilisées comme prises de terre naturelles sous certaines conditions (NF EN 62305-3).

La réglementation française permet d'utiliser deux techniques de protection contre les effets directs de la foudre :

- **Les systèmes passifs** régis par la norme NF EN 62305-3

Cette technique de protection consiste à répartir sur le bâtiment à protéger, des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

Pour des structures dont la géométrie est complexe, la zone de protection qu'offrent les organes de capture peut être calculée à l'aide du modèle électrogéométrique décrit dans le paragraphe 1.1.

- **Les systèmes actifs** régis par la norme NF C 17-102.

Dans cette technique, le rayon de couverture des dispositifs de capture est amélioré par un dispositif ionisant. Les dispositifs de capture sont appelés Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA).

Le rayon de protection d'un PDA dépend de sa hauteur ( $h_m$ ) par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage ( $\Delta L$ ) et du niveau de protection nécessaire. Il est calculé à partir des abaques de la norme NF C 17-102.

Néanmoins, leur efficacité a été récemment remise en cause par l'INERIS. Un coefficient réducteur de 40 % doit être appliqué pour la protection des installations classées pour la protection de l'environnement.

*Rappel sur les paratonnerres à dispositif d'amorçage :*

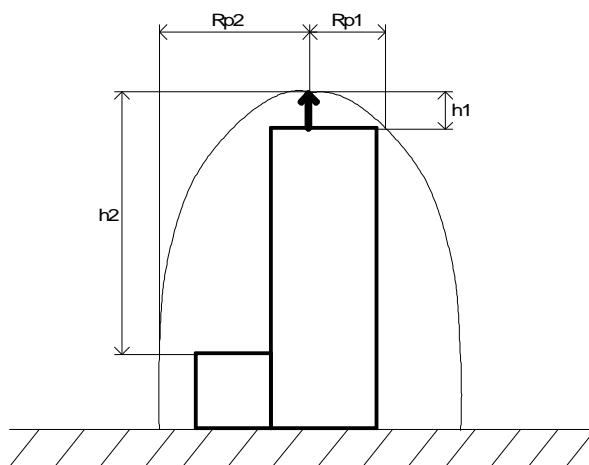
La circulaire du 28 octobre 1996 d'application de l'arrêté du 28 janvier 1993 relatif à la protection de certaines installations classées contre la foudre stipule que, d'une part :

« *Le volume de protection d'un paratonnerre à dispositif d'amorçage n'est pas défini par la méthode de la sphère fictive, mais à partir d'abaques dépendant notamment du niveau de protection adopté et de la hauteur du PDA par rapport à la surface à protéger* ».

*Leur mise en place ainsi que leur dimensionnement suivent les règles de la norme NF C 17-102.*

*Le rayon de protection d'un PDA dépend de sa hauteur ( $h_m$ ) par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage ( $\Delta L$ ) et du niveau de protection nécessaire.*

*La zone protégée est déterminée par l'enveloppe de révolution de même axe que le PDA et définie par les rayons de protection correspondant aux différentes hauteurs  $h$  considérées (cf. page suivante).*



**Figure 17 : Volume limité de protection d'un PDA**

Il est toutefois important de rappeler de récentes mises en garde concernant ces paratonnerres, en effet :

- *l'utilisation des P.D.A. entraîne une vérification des installations de protection foudre plus fréquente qu'un système passif,*
- *l'utilisation des P.D.A. entraîne une maintenance plus coûteuse qu'un système passif : démontage et remontage de la pointe du P.D.A. à chaque vérification, achat d'un appareil de mesure pour le système actif ou sous-traitance de la vérification et appareil non testable à distance (radio ou autre),*

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

- *la durée de vie, la tenue dans le temps et l'efficacité du système actif n'est pas systématiquement garantie par les fabricants : problèmes de synchronisation avec le traceur descendant de la foudre,*
- *en cas de défaut de fonctionnement, le P.D.A. se comporte comme une pointe sèche. En conséquence, les rayons de protection du P.D.A. sont largement réduits : ils sont alors déterminés par l'application du modèle électrogéométrique comme les systèmes passifs,*
- *Les P.D.A. sont considérés comme des matériels électriques de sécurité (I.P.S.) et doivent aussi répondre à la réglementation applicable aux matériels électriques utilisables en atmosphère explosive gazeuse (zone AEG) »,*
- *Leur vérification (tête électronique) est difficilement réalisable à moindre coût, car ils sont souvent installés dans des situations extrêmes (toiture, mât, colonne),*
- *Certains sont non testables et donc de performances très réduites.*

Aussi, à la suite de ces remarques, certains fabricants ont répondu en développant une nouvelle génération de paratonnerre équipé de :

- Test radio à distance (télécommande pour dialoguer avec le PDA),
- Energie autonome (éolien et/ou photovoltaïque).



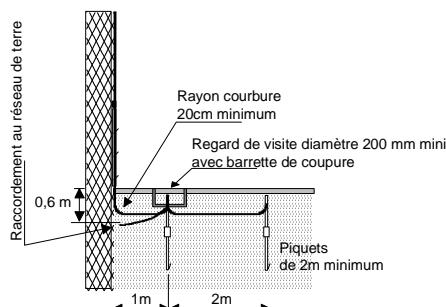
**Figure 18 : Test de PDA en laboratoire**

#### • Prises de terre des paratonnerres

Les descentes sont raccordées à des prises de terre de « Disposition A » suivant la norme NF EN 62305-3 (situées au droit de celles-ci).

Les éventuelles terres à réaliser seront constituées, au minimum, de trois piquets de 2 m chacun, disposés aux sommets d'un triangle équilatéral de 2 m de côté. Les piquets sont raccordés entre eux par du feuillard de cuivre de section 30 x 2 mm disposés dans une tranchée de 50 cm de profondeur.

Les prises de terre ainsi constituées seront interconnectées avec leur descente par une longueur d'un mètre environ de feuillard de cuivre de section 30 x 2 mm.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**
**PRISE DE TERRE DE TYPE A**


*Figure 19 : Schéma de la prise de terre conseillée*

Ces prises de terre seront raccordées entre elles et au réseau de terre du bâtiment par un conducteur en cuivre nu de 50 mm<sup>2</sup> disposé en tranchée de 50 cm de profondeur.

Lorsqu'il n'est pas possible de faire une tranchée, les conducteurs peuvent être disposés dans une saignée de 15 cm de profondeur ou, en dernier recours, dans une saignée de 5 cm de profondeur ouverte à la meuleuse.

Elles possèderont un moyen de déconnexion permettant de mesurer leur valeur indépendamment des autres éléments (descente, réseau de terre général...). Cette valeur doit être inférieure à 10 Ohms.

Chaque descente, en cuivre étamé Ø 8 mm ou 30 X 2 mm, sera interconnectée à la boucle de fond de fouille en 50 mm<sup>2</sup> par soudures aluminothermiques sur les attentes en bas de chacune d'elles. (Voir figure 10).

Le procédé permet la réalisation de liaisons moléculaires électriques, cuivre/cuivre, cuivre/aluminium, cuivre/acier, aluminium/aluminium, sans aucune source d'énergie extérieure ou de chaleur.

Le principe consiste à réunir dans un moule adéquat un métal d'apport et un produit d'amorçage. La composition du métal d'apport est fonction des métaux à souder (oxyde de cuivre et aluminium pour une soudure cuivre/cuivre).

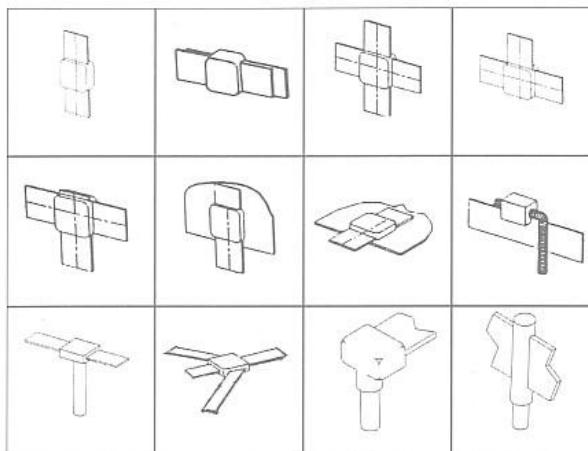
La réduction de l'oxyde de cuivre par l'aluminium produit, sous très forte température, du cuivre fondu et du laitier d'oxyde d'aluminium.

La forme du moule, ses dimensions, le dosage du métal d'apport dépendent des éléments à souder et de leur dimension.

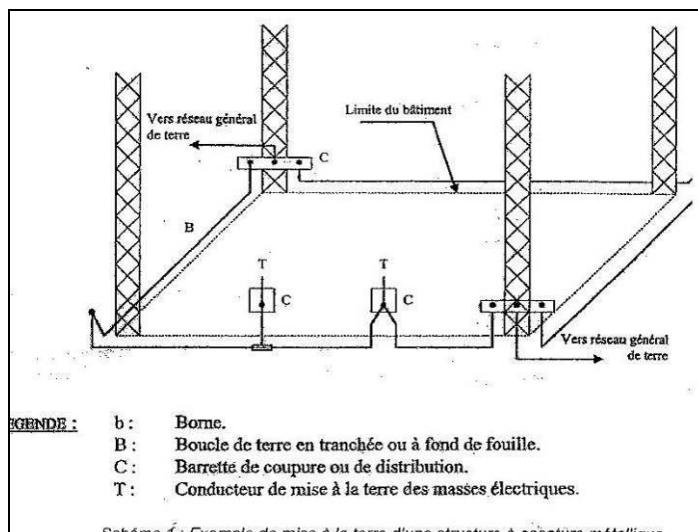
On peut réaliser des soudures depuis 2,5 mm<sup>2</sup> jusqu'à 800 mm<sup>2</sup> et plus.

La liaison moléculaire ainsi réalisée offre :

- Une même conductibilité que celle des éléments raccordés
- Une capacité à supporter des surintensités
- Une parfaite insensibilité à la corrosion.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**


**Figure 20 : Exemple de soudure**



**Schéma 1 : Exemple de mise à la terre d'une structure métallique (principe)**

**Figure 21 : Mise à la terre d'une structure métallique (principe) selon 62305-3**

(Origine U.I.C. n° 94/02)

### Mise à la terre

Le fond de fouille sera constitué d'un réseau de terre unique et maillé en cuivre nu dont la section sera de préférence en 50 mm<sup>2</sup> afin :

- D'établir un chemin privilégié que doivent suivre les courants de foudre à évacuer,
- De créer une zone équipotentielle pour que la circulation d'un courant élevé ne donne pas lieu à l'apparition de potentiels transitoires dangereux,
- De fixer le potentiel de référence pour les écrans et les blindages.

Les équipotentielités et continuités électriques des masses des structures seront réalisées.

### Compteur de coup de foudre

 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

En présence de paratonnerre

L'arrêté foudre du 15 janvier 2008 et sa circulaire d'application du 24 avril 2008 exigent dorénavant, qu'en complément d'une alerte sous forme METEORAGE ou autre, un compteur de coup de foudre soit installé sur toute I.E.P.F. (cage maillée ou autre système actif).

En l'absence de paratonnerre

L'arrêté foudre du 15 janvier 2008, prévoit que « *les enregistrements des agressions de la foudre soient datés et si possible localisés sur le site* » ainsi que « *tous les évènements survenus dans l'installation de protection foudre soient consignés dans le carnet de bord* ».

Le Télé compteur foudre est une solution qui permet l'envoi par e-mail de la liste et cartographie des impacts de foudre localisés à proximité du site (Date, Heure, Localisation et Intensité).

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

ANNEXE 5

Carnet de bord

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**N° 071179534036  
Niveau C

## INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

### CARNET DE BORD

Raison sociale : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Désignation de l'Établissement : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Adresse de l'Établissement : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Adresse du Siège Social : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

Il ne peut sortir de l'Établissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL****Renseignements sur l'Établissement**

Nature de l'activité (1) : .....

.....  
N° de classification INSEE : .....

à la date du : ..... Type : .....; Catégorie : .....

Classement de l'Établissement(2) à la date du : .....; Type : .....; Catégorie : .....

.....  
à la date du : .....; Type : .....; Catégorie : .....**Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Établissement :**

Inspection      { .....  
 Du                { .....  
 Travail          { .....

Commission      { .....  
 De                { .....  
 Sécurité        { .....

DRIRE            { .....  
 .....  
 .....

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**


## HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

### I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

### II – ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

### III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

 <b>CAPSE</b> CAPITAL SÉCURITÉ ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

\_\_\_\_\_

## IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	<b>ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL</b>	

ANNEXE 5

Lexique

<b>CAPSE</b> 10 ANS CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC N°	CAPSE-2013-1870-01 version 2
	TYPE	ANALYSE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE
TITRE	ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL	

TITRE

**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Armatures d'acier interconnectées</b>	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
<b>Barre d'équipotentialité</b>	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.
<b>Borne ou barrette de coupure</b>	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
<b>Conducteur (masse) de référence</b>	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
<b>Conducteur d'équipotentialité</b>	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
<b>Conducteur de descente</b>	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.
<b>Conducteur de protection (PE)</b>	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
<b>Coup de foudre</b>	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
<b>Coup de foudre direct</b>	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
<b>Coup de foudre indirect</b>	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
<b>Couplage</b>	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
<b>Dispositif de capture</b>	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
<b>Distance de séparation</b>	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.
<b>Effet de couronne ou Corona</b>	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Effet réducteur</b>	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.
<b>Electrode de terre</b>	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.
<b>Equipements métalliques</b>	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.
<b>Etincelle dangereuse (étincelage)</b>	Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.
<b>Foudre</b>	Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).
<b>Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)</b>	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.)
<b>Liaison equipotentielle</b>	Eléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.
<b>Mode commun (MC)</b>	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.
<b>Mode différentiel (MD)</b>	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.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Niveau de protection</b>	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
<b>Parafoudre ou parasurtenseur</b>	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.
<b>Paratonnerre</b>	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
<b>P.D.A</b>	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
<b>Point d'impact</b>	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
<b>Prise de terre</b>	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
<b>Régime de neutre</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>La première indique la position du neutre par rapport à la terre :</u>  <b>I</b>: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance  <b>T</b>: neutre directement à la terre       </li> <li>• <u>La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre :</u>  <b>T</b>: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)  <b>N</b>: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (<b>N-S</b>), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (<b>N-C</b>).       </li> </ul>
<b>Réseau de masse</b>	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâties, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
<b>Réseau de terre</b>	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.

**TITRE**
**ANALYSE DE RISQUE FOUDRE ET ETUDE TECHNIQUE  
SUR L'USINE DE GAZ INDUSTRIELS ET MEDICAUX ESQAL**

<b>Résistance de terre</b>	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.
<b>SPF</b>	Système de Protection contre la Foudre. Regroupe l'ensemble des différents dispositifs (Paratonnerres, fils tendus, cages maillées, parafoudres, ...)
<b>Surface équivalente</b>	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.
<b>Surtension</b>	Variation importante de faible durée de la tension.
<b>Tension de mode commun</b>	Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).
<b>Tension différentielle</b>	Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).
<b>Tension résiduelle d'un parafoudre</b>	Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.
<b>TGBT</b>	Tableau Général Basse Tension
<b>Traceur</b>	Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.