



Groupe d'Étude de Sécurité  
des Industries Pétrolières et Chimiques

# PROTECTION DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES CONTRE LES EFFETS DE LA FOUDRE

## Rapport n° 2009/01

### SOMMAIRE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>RAPPELS GENERAUX SUR LA Foudre ET SES EFFETS .....</b> | <b>6</b>  |
| 1.1      | CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DU COUP DE Foudre .....      | 6         |
| 1.2      | LES EFFETS DE LA Foudre .....                             | 7         |
| 1.2.1    | <i>Effets thermiques</i> .....                            | 7         |
| 1.2.2    | <i>Effets de montée en potentiel</i> .....                | 7         |
| 1.2.3    | <i>Effets d'induction</i> .....                           | 7         |
| 1.2.4    | <i>Effets électromagnétiques</i> .....                    | 8         |
| 1.2.5    | <i>Effets électrodynamiques</i> .....                     | 8         |
| 1.2.6    | <i>Effets physiologiques</i> .....                        | 8         |
| 1.2.7    | <i>Effets électrochimiques</i> .....                      | 8         |
| 1.2.8    | <i>Effets acoustiques</i> .....                           | 8         |
| 1.2.9    | <i>Effets lumineux</i> .....                              | 8         |
| <b>2</b> | <b>REGLEMENTS ET NORMES .....</b>                         | <b>10</b> |
| 2.1      | REGLEMENTS .....  | 10        |
| 2.2      | NORMES ET AUTRES DOCUMENTS DE REFERENCE .....             | 10        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 2.2.1     | <b>Normes</b> .....   | 10        |
| 2.2.2     | <b>Autres documents de référence</b> .....  | 11        |
| <b>3</b>  | <b>DEMARCHE GLOBALE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre</b>  | <b>11</b> |
| 3.1       | REALISATION D'UNE ANALYSE DU RISQUE Foudre (ARF) .....  | 11        |
| 3.2       | ELABORATION D'UNE ETUDE TECHNIQUE (ET).....   | 12        |
| 3.3       | INSTALLATION .....  | 13        |
| 3.4       | VERIFICATIONS.....  | 13        |
| 3.5       | ORGANISMES COMPETENTS .....   | 13        |
| <b>4</b>  | <b>ANALYSE RISQUES Foudre (ARF)</b> .....   | <b>14</b> |
| 4.1       | DEMARCHE GENERALE DE L'ARF .....  | 14        |
| 4.1.1     | <i>Identification des sources de dommages et des types de perte</i> .....   | 14        |
| 4.1.2     | <i>Inventaire des moyens de prévention et de protection existants</i> .....   | 14        |
| 4.1.3     | <i>Evaluation du risque de dommages</i> .....   | 14        |
| 4.1.4     | <i>Identification des conséquences du risque lié à la foudre et dommages éventuels à éviter</i> .....                               | 15        |
| 4.1.4.1   | Effets directs.....   | 15        |
| 4.1.4.1.1 | <i>Développement des phénomènes</i> .....   | 15        |
| 4.1.4.1.2 | <i>Dommages à éviter</i> .....  | 15        |
| 4.1.4.2   | Effets indirects.....   | 17        |
| 4.1.4.2.1 | <i>Postes électriques</i> .....   | 17        |
| 4.1.4.2.2 | <i>Générateur électrique de secours</i> .....   | 17        |
| 4.1.4.2.3 | <i>Sécurités instrumentées</i> .....  | 17        |
| 4.1.4.2.4 | <i>Compteur de coup de foudre</i> .....   | 17        |
| 4.2       | SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF).....   | 18        |
| 4.3       | NIVEAUX DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (NPF).....   | 19        |
| 4.4       | ZONE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (ZPF).....  | 19        |
| 4.5       | SYSTEME DE MESURES DE PROTECTION CONTRE L'IMPULSION ELECTROMAGNETIQUE DE Foudre (SMPI).....   | 19        |
| 4.6       | DONNEES MINIMALES A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....   | 20        |
| 4.6.1     | <i>Composante du risque lié aux blessures sur les êtres vivants – <math>R_A</math></i>  | 21        |
| 4.6.2     | <i>Composante du risque lié aux dommages physiques dans la structure – <math>R_B</math></i> .....                                   | 22        |
| 4.6.3     | <i>Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes – impact sur la structure – <math>R_C</math></i> .....            | 23        |
| 4.6.4     | <i>Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes – impact à proximité de la structure – <math>R_M</math></i> ..... | 24        |
| 4.6.5     | <i>Composante du risque lié aux blessures sur les êtres vivants – <math>R_U</math></i>  | 24        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.6.6     | <b>Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure – <math>R_V</math></b> .....                                | 25        |
| 4.6.7     | <b>Composante du risque lié aux composantes des réseaux internes – Impact sur le réseau connecté – <math>R_W</math></b> .....   | 25        |
| 4.6.8     | <b>Composante du risque lié aux composantes des réseaux internes – impact à proximité d'un service – <math>R_Z</math></b> ..... | 26        |
| <b>5</b>  | <b>ETUDE TECHNIQUE (ET)</b> .....   | <b>27</b> |
| 5.1       | <b>DEMARCHE GENERALE DE L'ETUDE TECHNIQUE</b> .....   | 27        |
| 5.2       | <b>PRINCIPES GENERAUX DE PROTECTION</b> .....   | 27        |
| 5.2.1     | <b>Rappel des principes de base</b> .....   | 27        |
| 5.2.2     | <b>Volume protégé par un dispositif de capture</b> .....  | 28        |
| 5.2.3     | <b>Disposition de principe pour canaliser l'onde de foudre vers la terre</b> .....  | 28        |
| 5.2.3.1   | Constitution d'un dispositif de capture.....  | 28        |
| 5.2.3.1.1 | Constitution d'une cage maillée.....  | 28        |
| 5.2.3.1.2 | Paratonnerres.....  | 28        |
| 5.2.3.1.3 | Fils tendus.....  | 29        |
| 5.2.3.2   | Liaison équipotentielle de foudre.....  | 29        |
| 5.2.3.2.1 | Liaisons équipotentielles de foudre entre installations métalliques.....  | 29        |
| 5.2.3.2.2 | Equipotentialité de foudre des éléments conducteurs extérieurs.....   | 29        |
| 5.2.3.2.3 | Equipotentialité de foudre des réseaux internes.....  | 30        |
| 5.2.3.2.4 | Equipotentialité de foudre des services.....  | 30        |
| 5.2.3.2.5 | Isolation de l'installation extérieure de protection contre la foudre.....  | 30        |
| 5.2.3.3   | Prise de terre.....   | 31        |
| 5.2.3.4   | Réseau de terre.....  | 31        |
| 5.3       | <b>TECHNIQUES DE PROTECTION</b> .....   | <b>37</b> |
| 5.3.1     | <b>Rappels</b> .....  | <b>37</b> |
| 5.3.2     | <b>Protection des structures</b> .....  | <b>37</b> |
| 5.3.2.1   | Structures à ossature métallique.....   | 37        |
| 5.3.2.2   | Racks de tuyauteries.....   | 37        |
| 5.3.2.3   | Réservoirs et bacs de stockage.....   | 38        |
| 5.3.2.3.1 | Règles applicables à tout type de réservoirs de stockage suivant le § D.5.5.2 de la norme NF EN 62305-3.....                    | 38        |
| 5.3.2.3.2 | Réservoirs et bacs aériens à toit fixe.....   | 38        |
| 5.3.2.3.3 | Réservoirs enterrés ou sous talus.....  | 38        |
| 5.3.2.3.4 | Réservoirs à toit fixe et à écran flottant.....   | 39        |
| 5.3.2.3.5 | Réservoirs à toit flottant.....   | 39        |
| 5.3.2.3.6 | Stockages aériens de GIL (gaz inflammables liquéfiés).....  | 39        |
| 5.3.2.4   | Pipelines et canalisations de transport métalliques.....  | 39        |
| 5.3.2.5   | Colonnes.....   | 39        |
| 5.3.2.6   | Bâtiments non métalliques.....  | 39        |
| 5.3.2.7   | Bâtiments partiellement métalliques.....  | 41        |
| 5.3.2.8   | Cheminées.....  | 42        |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| 5.3.2.9      | Château d'eau .....   | 42        |
| 5.3.2.10     | Antennes .....  | 42        |
| <b>5.3.3</b> | <b>Protection des matériels électriques et électroniques .....</b>  | <b>48</b> |
| 5.3.3.1      | Protection des cheminements de câbles électriques.....  | 48        |
| 5.3.3.2      | Protection des postes électriques extérieurs haute tension (HTA / HTB).....   | 48        |
| 5.3.3.3      | Protection des postes électriques intérieurs haute tension (HTA / HTB) .....  | 48        |
| 5.3.3.4      | Protection des réseaux d'alimentation des équipements à courant faible .....  | 48        |
| <b>6</b>     | <b>VERIFICATION ET MAINTENANCE .....</b>  | <b>50</b> |
| 6.1          | VERIFICATION VISUELLE.....  | 50        |
| 6.2          | VERIFICATION COMPLETE .....   | 50        |
| 6.3          | VERIFICATION INITIALE .....   | 51        |
| 6.4          | CARNET DE BORD.....   | 51        |
| <b>7</b>     | <b>RECOMMANDATIONS A RAPPELER AU PERSONNEL.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>8</b>     | <b>ANNEXE 1 : Arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées.....</b> | <b>52</b> |
| <b>9</b>     | <b>ANNEXE 2 : Circulaire du 24 avril 2008 relatif à l'arrêté foudre..</b>   | <b>55</b> |
| <b>10</b>    | <b>ANNEXE 3 : Démarche globale de protection contre la foudre ...</b>   | <b>58</b> |
| <b>11</b>    | <b>ANNEXE 4 : Application sphère fictive.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>12</b>    | <b>ANNEXE 5 : Valeurs de paramètres de foudre.....</b>  | <b>63</b> |
| <b>13</b>    | <b>ANNEXE 6 : Fiche de vérification pour une cheminée .....</b>   | <b>66</b> |
| <b>14</b>    | <b>ANNEXE 7 : Tension de tenue aux chocs du matériel ATEX .....</b>   | <b>67</b> |
| 14.1         | PREAMBULE.....  | 67        |
| 14.2         | TENSION DE TENUE AUX CHOCS DU MATERIEL ATEX.....  | 67        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>14.3 MATERIEL A SECURITE AUGMENTEE "E" OU SANS ETINCELLE "N" .....</b>           | <b>73</b> |
| <b>14.4 RELATION ENTRE TENSION DE TENUE AUX CHOCS ET DISTANCE D'ISOLEMENT .....</b> | <b>73</b> |
| <b>14.5 CONCLUSIONS .....</b>   | <b>74</b> |
| <b>15 BIBLIOGRAPHIE.....</b>  | <b>74</b> |