

(ID Modèle = 454913)

Ineris - 230701 - 2821601 - v1.0

11/12/2025

OMEGA Ω 3

Protection contre la foudre des installations
classées pour la protection de l'environnement

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R.131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION SITES ET TERRITOIRES

Rédaction : HYVERNAGE Olivier

Vérification : MASSE FRANCOIS; ADJADJ AHMED

Approbation : DUPLANTIER STEPHANE 11/12/2025

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Alain ROUSSEAU (expert N4 Qualifoudre)

Pierre GRUET (expert N4 Qualifoudre)

Table des matières

1	Introduction.....	8
1.1	Les référentiels OMEGA.....	8
1.2	Domaine d'application	8
1.3	Contexte réglementaire	8
1.4	Evolutions par rapport à la version précédente.....	8
Arrêté du 28 février 2022 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement et l'arrêté du 5 février 2020 pris en application de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme		
1.5	Structure du document	9
2	Analyse d'accident.....	10
2.1	Statistiques générales	10
2.1.1	Considérations factuelles	10
2.1.2	Activité orageuse en France.....	10
2.2	Analyse d'accidents dus à la foudre	10
2.2.1	Présentation	10
2.2.2	Résultats de l'analyse d'accidents.....	11
3	Description du phénomène de foudre	12
3.1	Le phénomène de foudre	12
3.1.1	Rappels	12
3.1.2	Formation d'un nuage orageux.....	13
3.1.3	Types de coups de foudre	14
3.1.4	Points d'impact	15
3.2	Caractéristiques électriques des coups de foudre.....	16
3.2.1	Intensité des différents coups de foudre.....	16
3.2.2	Caractéristiques des différents coups de foudre	17
3.3	Effets de la foudre sur des installations.....	17
3.3.1	Effets thermiques.....	17
3.3.2	Montées en potentiel et amorçages	18
3.3.3	Effets électromagnétiques	18
3.3.4	Effets électrodynamiques	19
3.3.5	Effets électrochimiques	19
3.4	Accidents corporels dus à la foudre	19
4	Contexte réglementaire français.....	20
4.1	L'arrêté du 4 octobre 2010 (modifié)	20
4.2	La circulaire du 24 avril 2008.....	21
4.3	Evolution des exigences de protection	23
4.4	Les documents exigibles	23
4.5	La qualification des acteurs de la protection	23
5	Analyse du risque foudre.....	25
5.1	Les objectifs de l'ARF	25

5.2	Les méthodes	26
5.2.1	L'approche probabiliste simplifiée	28
5.2.2	L'approche probabiliste selon la norme NF EN 62305-2.....	28
5.2.3	L'approche déterministe	29
5.3	Les logiciels d'évaluation du risque foudre	30
5.4	L'application de la norme NF EN 62305-2.....	30
5.4.1	Les données d'entrée	30
5.4.2	Calculs selon la norme NF EN 62305-2	33
5.4.3	L'exploitation des calculs.....	43
5.4.4	La présentation des résultats de l'ARF.....	44
6	Etude technique des protections contre la foudre	45
6.1	Les objectifs de l'étude technique (ET) et les structures à protéger.....	45
6.2	Les méthodes	45
6.2.1	Les normes de protection	45
6.2.2	Les moyens de prévention	46
6.3	Les systèmes de protection foudre.....	47
6.3.1	Les paramètres de la foudre et le rayon de la sphère fictive (selon NF EN 62305-3).....	48
6.3.2	Taille des mailles et angle de protection (selon NF EN 62305-3)	49
6.3.3	Distances de séparation pour éviter les étincelles dangereuses	50
6.3.4	Longueurs minimales des prises de terre.....	52
6.3.5	Liaisons équipotentielle de foudre	54
6.3.6	Protection par parafoudre.....	56
6.3.7	Protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage PDA (selon NF C 17102).....	56
6.3.8	Epaisseur minimale des tôles et des canalisations des dispositifs de capture	57
6.3.9	Matériaux des SPF et les conditions d'utilisation	57
6.4	La présentation des résultats de l'ET	58
6.5	La notice de vérification et de maintenance (NVM).....	59
7	Installation du système de protection contre la foudre	61
7.1	Les objectifs de l'installation du SPF.....	61
7.2	Les moyens à mettre en œuvre.....	61
7.2.1	Rôle de l'installateur	61
7.2.2	Protection des structures.....	62
7.3	Protection des équipements.....	62
7.3.1	Réduction de l'impulsion électromagnétique foudre.....	62
7.3.2	Parafoudres coordonnés	63
7.4	La présentation du dossier d'installation DOE.....	65
8	Vérifications du système de protection contre la foudre.....	66
8.1	Généralités	66
8.2	Vérification initiale.....	66
8.3	Les méthodes	66
8.3.1	Vérification visuelle.....	67
8.3.2	Vérification complète	68

8.4	Les moyens	68
8.5	La présentation des résultats	68
8.6	Le carnet de bord du SPF	69
9	Conclusion	70
10	Références	71
11	Annexes.....	72

Résumé

Le rapport OMEGA 3 décrit de manière synthétique les différentes étapes nécessaires à la protection contre la foudre des installations classées ICPE en application de l'arrêté du 4/10/2010 modifié.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, , Verneuil-en-Halatte : Ineris - 230701 – 2821601 v1.0 11/12/2025.

Mots-clés :

Systèmes de protection contre la foudre, arrêté du 4 octobre 2010 modifié, installations industrielles classées pour l'environnement, ICPE, régime autorisation, analyse de risque foudre ARF, étude technique foudre, notice de vérification et de maintenance NVM, installation, dossier d'installation DOE, paratonnerres tiges simples, cages maillées, fils tendus, paratonnerres à dispositif d'amorçage, PDA, conducteurs de descente, électrodes de terre, composants de protection contre la foudre, parafoudres, vérification initiale, visuelle, complète

1 Introduction

1.1 Les référentiels OMEGA

La collection des rapports OMEGA a pour objectif de proposer un ensemble cohérent de documents faisant référence en termes de connaissances et de pratiques, dans le domaine des risques accidentels.

Les rapports OMEGA peuvent être téléchargés avec le lien internet INERIS ci-dessous :

<https://www.ineris.fr/fr/recherche-appui/risques-accidentels/rapports-omega>

Depuis plusieurs années, le Ministère en charge de l'environnement finance le programme SIT09 intitulé « EVALUATION ET MAÎTRISE DES RISQUES INDUSTRIELS DANS LES ICPE ».

L'opération A du programme SIT09 « Mesures techniques de maîtrise des risques » intègre l'opération A.3 « évaluation des moyens de protection contre les agressions de la foudre ».

La mise à jour du présent **rapport OMEGA 3 (Ω 3)** est réalisée dans le cadre de ce programme SIT 09 opération A.3.

1.2 Domaine d'application

Le présent rapport Ω 3 présente une synthèse de l'état des connaissances scientifiques recensées par l'INERIS afin de déterminer les besoins puis les moyens de protection contre la foudre des installations industrielles.

Il précise, aux responsables d'installations classées, les points importants pour répondre aux exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié [1].

La protection des installations non soumises à l'arrêté du 4 octobre 2010 [1] n'est pas traitée dans le présent document.

1.3 Contexte réglementaire

La politique nationale française de prévention des risques technologiques repose principalement sur la réglementation des Installations Classées s'appuyant sur le code de l'environnement.

Le rapport Ω 3 « Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement » illustre la mise en œuvre de la protection contre la foudre sur les installations soumises à l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

1.4 Evolutions par rapport à la version précédente

L'arrêté du 4 octobre 2010 [1] a été modifié par l'arrêté du 28 février 2022¹. Les modifications apportées sont notamment :

- ajout des rubriques ICPE 3000,
- ajout d'une section prescrivant les dispositions réglementaires applicables aux panneaux photovoltaïques,
- précision des modalités pour la réalisation de l'analyse de risque foudre ainsi que pour la vérification de la conformité de la protection contre la foudre en citant les normes sur lesquelles les sociétés compétentes certifiées Qualifoudre ou F2C (choisies par l'exploitant) peuvent s'appuyer (NF EN IEC 62305-2, NF EN IEC 62305-3, NF EN IEC 62305-4 et NF C 17102) pour l'analyse de risque foudre (ARF), l'étude technique foudre (ET), l'installation et les vérifications périodiques des systèmes de protection contre la foudre des installations

¹ Arrêté du 28 février 2022 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement et l'arrêté du 5 février 2020 pris en application de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme

classées ICPE soumises à autorisation et listées dans l'article 16 de l'arrêté.

1.5 Structure du document

Ce rapport Oméga 3 s'articule autour des chapitres suivants :

- L'accidentologie ;
- La description du phénomène de foudre ;
- Le contexte réglementaire français ;
- L'analyse du risque foudre ;
- L'étude technique des protections contre la foudre ;
- L'installation du système de protection contre la foudre ;
- La vérification du système de protection contre la foudre.

La protection des installations non soumises à l'arrêté du 4 octobre 2010 **[1]** n'est pas traitée dans le présent document.

2 Analyse d'accident

L'objet de ce chapitre est de communiquer des informations sur les conséquences de la foudre à travers quelques statistiques d'ordre général et une analyse des accidents survenus dans le milieu industriel.

2.1 Statistiques générales

2.1.1 Considérations factuelles

Dans le monde, la foudre frappe statistiquement, de 50 à 100 fois par seconde. Pour ce qui concerne le territoire français, on estime à 2 000 000 environ le nombre de coups de foudre observés par an.

Les conséquences de ce phénomène atmosphérique sont particulièrement importantes. Ainsi, on compte, en moyenne, sur le territoire français :

- Plusieurs dizaines de morts par an (hors ICPE),
- Environ 20 000 animaux foudroyés dont 10 000 vaches,
- Environ 20 000 sinistres dus à la foudre dont 15 000 incendies,
- Des milliers de compteurs détruits.

D'un point de vue financier, le coût annuel des dommages se chiffre en milliards d'euros dans le monde.

2.1.2 Activité orageuse en France

L'activité orageuse sur une commune peut être quantifiée par une densité de foudroiement Nsg.

La densité de foudroiement Nsg est définie comme étant le nombre moyen d'impacts foudre au sol par an et par km².

En France, ce nombre varie en moyenne en métropole de 0,2 à 4,4 selon les départements.

Depuis une trentaine d'années, des équipements électroniques ont été développés et mis en service sur le territoire français par l'organisme METEORAGE pour enregistrer la localisation des points d'impacts au sol (à 100 m près selon METEORAGE dans la plupart des cas), déterminer leur polarité et estimer leur intensité.

Avec ces données, il est maintenant possible d'obtenir une indication précise sur le nombre de coups de foudre annuel qui ont frappé une commune donnée.

La densité de foudroiement Nsg est utilisée pour l'évaluation de la fréquence attendue des coups de foudre directs sur une structure (pour les ARF).

2.2 Analyse d'accidents dus à la foudre

2.2.1 Présentation

L'analyse d'accidents menée dans le cadre du présent rapport a été établie à partir de données issues de la base de données ARIA du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles). Ainsi, l'analyse concerne 159 accidents survenus en France depuis les 20 dernières années. Un descriptif synthétique de ces accidents est fourni en **Annexe D** du présent rapport. Quelques cas d'accidents à l'étranger apparaissent également.

Compte tenu du nombre limité de références, il n'est pas prévu d'en tirer des conclusions statistiques. Néanmoins, l'examen de ces accidents permet d'identifier quelques-unes des principales caractéristiques des sinistres initiés par la foudre et d'en tirer des enseignements.

2.2.2 Résultats de l'analyse d'accidents

La foudre frappe directement l'installation ou le bâtiment dans près de 74 % des cas (117 cas d'agression directe). Dans ces cas, la foudre a frappé les cibles suivantes :

- ✓ Les toitures et structures des bâtiments,
- ✓ Les capacités de stockage : gazoducs, cuves, bacs,
- ✓ Les produits stockés : Bois, sciure, papier, limailles de fer, batteries,
- ✓ Les installations mobiles : pétrolier, véhicule, semi-remorque,
- ✓ Les pales d'éoliennes.

Dans près de 26 % des cas, la foudre frappe les lignes, les transformateurs électriques alimentant les bâtiments (42 cas d'agressions indirectes). Dans ces cas, la foudre a frappé les cibles suivantes :

- ✓ Les lignes électriques pénétrants dans les bâtiments : ligne HT, ligne BT, ligne de transmission,
- ✓ Les transformateurs,
- ✓ Les installations électriques dans les bâtiments : armoires électriques, compteur, fusibles, alternateur, condensateur,
- ✓ Les équipements électriques à l'intérieur des bâtiments : pompes, réacteur, capteur,
- ✓ Les automatismes.

La majorité des accidents enregistrés sont consécutifs d'un impact sur une structure ou sur une ligne entrante.

3 Description du phénomène de foudre

L'objet du présent chapitre est de donner une description synthétique du phénomène de foudre ainsi que de préciser les effets possibles de cette manifestation atmosphérique. La définition des termes utilisés ci-après est donnée dans l'**annexe A**.

3.1 Le phénomène de foudre

3.1.1 Rappels

3.1.1.1 Les manifestations de la foudre : éclair et tonnerre

La foudre est une manifestation de l'électricité d'origine atmosphérique, comportant une (ou plusieurs) décharge accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre). Le terme d'éclair représente l'ensemble des manifestations lumineuses provoquées par les décharges électriques d'origine atmosphérique.

Le tonnerre est le bruit induit par la décharge électrique (entre deux nuages ou entre la base d'un nuage et le sol, ou à l'intérieur d'un même nuage).

La vitesse de la lumière étant de 300 000 km/s, l'éclair est perçu par l'œil au moment où il se produit. En revanche, le son se propageant à 340 m/s seulement, le tonnerre est perçu par l'oreille sensiblement après l'éclair.

Le nombre n de secondes qui s'écoulent entre ces deux phénomènes permet d'estimer la distance d en mètres, qui sépare l'observateur de la décharge orageuse grâce à la formule suivante :

$$d = 340 n$$

3.1.1.2 Conditions d'apparition

La foudre est une des manifestations des orages, perturbations atmosphériques violentes, accompagnée d'éclairs, de tonnerre, de rafales de vent, d'averses de pluie ou de grêle.

La naissance de ces phénomènes orageux est généralement subordonnée à une grande instabilité atmosphérique, soit à des différences importantes de température entre l'air au niveau du sol et l'air en altitude. Ceci explique pourquoi les orages « électriques »² sont plus généralement observés en été qu'en hiver où cette différence de température peut ne pas être suffisante pour générer une grande instabilité.

² Il existe également des orages magnétiques. Ces phénomènes particuliers sont généralement observés à des latitudes élevées et ne seront pas étudiés dans le cadre de cette étude.

Il existe deux types de nuages orageux :

- Les cumulo-nimbus, qui donnent lieu aux orages de chaleur, très localisés et de durée limitée,
- Les orages frontaux ou lignes de grains

Dans ces deux cas, les nuages sont le siège de charges électriques et peuvent ainsi être à l'origine du phénomène de foudre. Dans le cadre du présent document, les cas correspondant à la formation de cumulo-nimbus seront étudiés plus particulièrement.

Le cumulo-nimbus est une masse puissante de nuages sombres, en forme de double enclume à grand développement vertical (300 à 15 000 m d'altitude) et s'étendant sur une surface de plusieurs km². Le volume d'eau du nuage orageux peut atteindre 50 km³.

3.1.2 Formation d'un nuage orageux

Un nuage orageux, le cumulo-nimbus, s'étend sur plusieurs kilomètres carrés et se développe en hauteur jusqu'à des altitudes de 15 kilomètres. La formation de ce type de nuage est généralement liée à une grande instabilité atmosphérique, caractérisée par des différences de températures importantes entre les masses d'air au niveau du sol et les masses d'air en altitude.

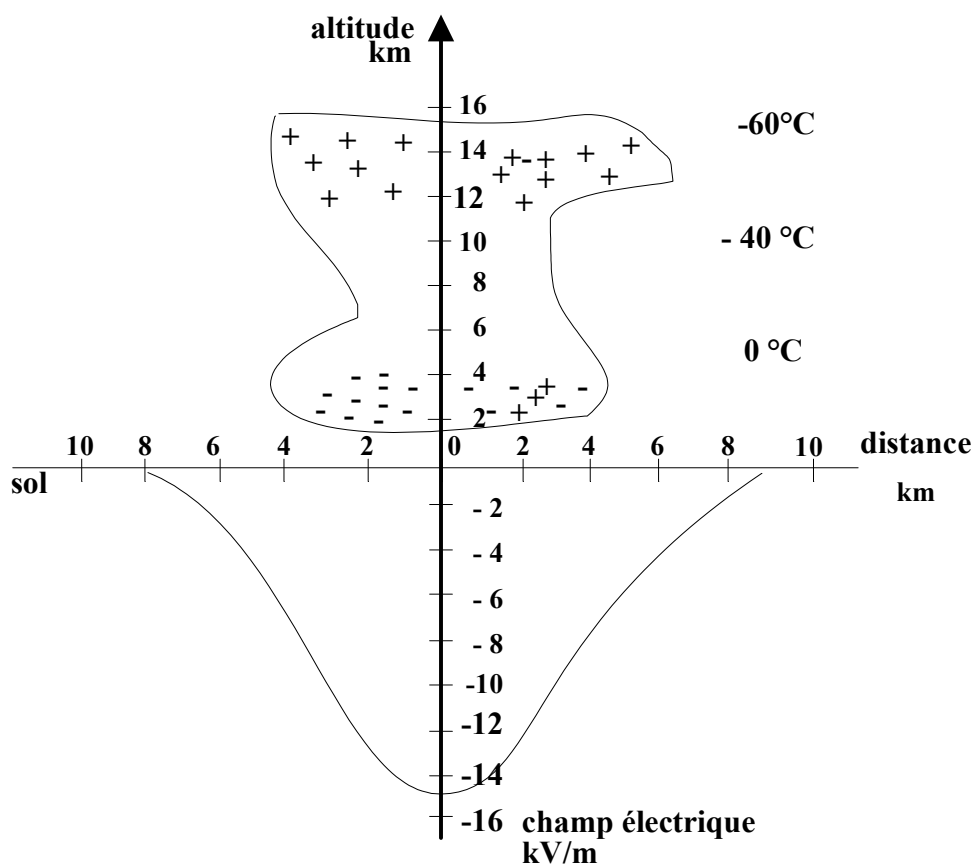


Figure 1 : Evolution du champ électrique sous un nuage orageux

Les mouvements convectifs et les trajectoires des précipitations au sein du nuage provoquent la formation d'hydrométéores chargés électriquement puis entraînent leur séparation. Les particules chargées positivement sont repoussées vers le haut, celles chargées négativement, plus lourdes, tombent vers la base du nuage.

La structure électrostatique de la cellule orageuse est proche de celle d'un dipôle d'axe vertical formé de deux poches de charges de signe opposé et évaluées à plusieurs dizaines de coulombs. Des petites poches chargées positivement peuvent éventuellement être présentes à la base du nuage. Le champ électrique au sol correspondant à cette configuration est vertical et son amplitude varie avec la distance au centre du nuage (cf. **figure 1**).

Par beau temps, le champ électrique au sol est de l'ordre de la centaine de volts par mètre. A l'approche d'un nuage chargé, il s'inverse et son amplitude évolue jusqu'à atteindre 250 fois sa valeur initiale.

3.1.3 Types de coups de foudre

Les aspérités du sol ou des structures créent un " effet de pointe " qui amplifie de façon très importante le champ électrique local.

Cette augmentation du champ électrique au sol se traduit par une ionisation locale de l'air (effet "Corona"). Ce phénomène est observé depuis longtemps et est ainsi connu sous l'appellation « feu de Saint-Elme ». Un canal d'air ionisé reliant le nuage au sol est alors susceptible de se former et de permettre l'écoulement d'un courant de foudre de forte intensité.

On distingue quatre types caractéristiques de coups de foudre, selon qu'ils sont négatifs ou positifs et descendants ou ascendants.

En France, 90 % des coups de foudre sont de type négatif descendant. L'amplitude du courant peut être très forte, variant de 2 000 à 200 000 Ampères.

- *Le coup négatif :*

Le bas du nuage est chargé négativement. Les décharges sont multiples et variées : à une première décharge partielle de durée de front de 10 à 15 μ s succèdent des décharges d'attaque plus raides et de descentes plus douces.

- *Le coup positif :*

Le bas du nuage est chargé positivement. Une seule décharge apparaît durant de 0,1 s à 0,2 s. La durée d'attaque varie entre 20 μ s et 50 μ s et l'amplitude du courant des "coups positifs" est généralement supérieure à celle des "coups négatifs".

- *Le coup descendant :*

Caractérisé par son arborescence ouverte vers le bas, c'est le plus fréquent. Il comporte une phase initiale où une pré-décharge se propage par bonds successifs du nuage vers le sol (traceur). A l'extrémité de ce traceur, le champ électrique est extrêmement élevé, ce qui augmente localement le champ au sol.

Dès que la pointe du traceur approche du sol, des pré-décharges ascendantes vont se développer à partir du sol. Lorsque ces deux canaux se rejoignent, un pont conducteur entre nuage et sol s'établit et permet ainsi le passage d'un courant de forte intensité.

- *Le coup ascendant :*

Il est caractérisé par une arborescence ouverte vers le haut. Dans le cas de pylônes de grande hauteur ou de tours, l'effet couronne peut créer une décharge (partant donc du sol) qui va se développer suffisamment loin pour atteindre le nuage. Dès qu'un canal conducteur est créé, les charges accumulées dans le nuage vont s'écouler au sol. Le coup de foudre ascendant est très fréquent en zone de montagne.

Les différents coups de foudre sont illustrés ci-dessous :

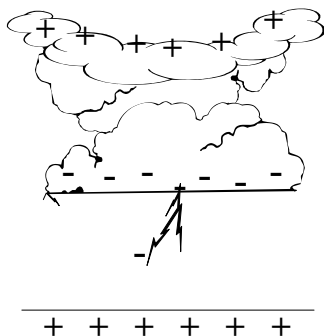


Figure 2 : Traceur négatif descendant

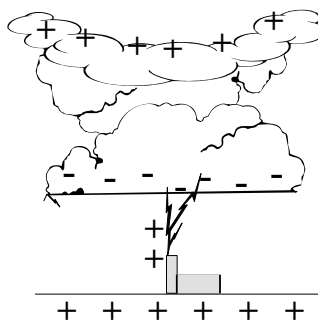


Figure 3 : Traceur positif ascendant issu d'une structure élevée

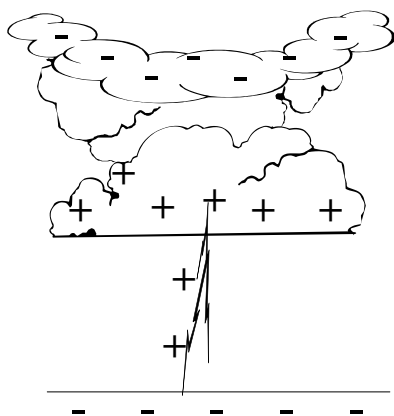


Figure 4 : Traceur positif descendant

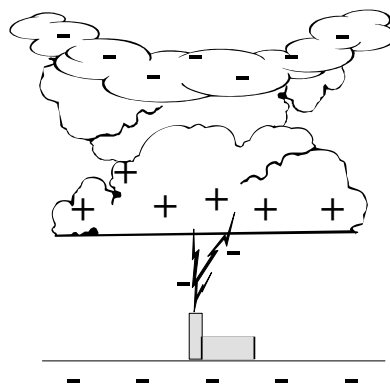


Figure 5 : Traceur négatif ascendant issu d'une structure élevée

Comme précisé ci-avant, 90 % des coups de foudre en France sont de type négatif descendant. Les mécanismes particuliers de ce type de coup de foudre sont décrits ci-après.

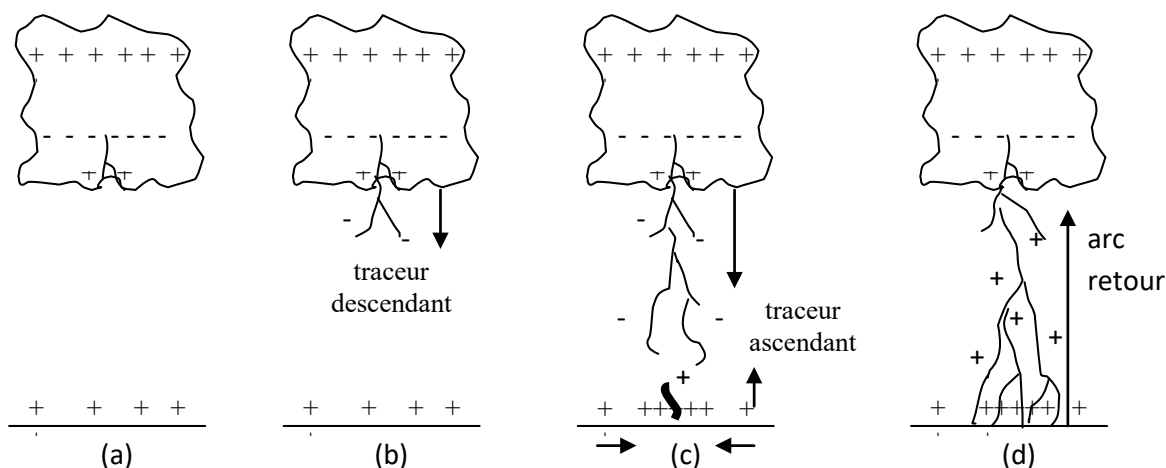


Figure 6 : Représentation schématique d'un coup de foudre négatif descendant

La chronologie du phénomène peut être présentée en 4 phases :

- Le bas du cumulo-nimbus est chargé négativement, le sol positivement. Le coup de foudre est donc de type négatif.
- Un traceur chargé négativement se propage par bonds successifs du nuage vers le sol, déterminant le caractère descendant du coup de foudre.
- Lorsque ce traceur négatif approche du sol, le champ électrique est amplifié (les particules de charges opposées s'attirent) et un traceur positif apparaît, se dirigeant du sol vers le nuage.
- Lors de la rencontre de ces deux traceurs, un canal conducteur se forme entre le sol et le nuage, dont la différence de charge électrique est importante. Ce canal permet le passage d'un courant électrique de forte intensité : c'est l'arc retour ou coup de foudre.

Après le premier éclair ainsi généré, d'autres coups de foudre peuvent se produire utilisant le même canal conducteur jusqu'à la décharge complète du nuage. Signalons qu'une phase de courant persistant fait suite au premier arc de retour. Ce courant est souvent à l'origine des effets thermiques les plus importants.

3.1.4 Points d'impact

La foudre peut tomber directement sur le sol, les structures ou les lignes. Les conséquences peuvent être néfastes du fait de la propagation des perturbations par conduction ou par rayonnement.

Le (ou les) point d'impact du coup de foudre ne semble se déterminer que dans la partie inférieure de la trajectoire (aux environs de 300 m d'altitude). De nombreux facteurs locaux peuvent avoir une

action sur la localisation de l'impact. (Arbres, bâtiments, cheminées, nature du sol, cours d'eau, etc....).

Il est possible d'estimer à priori les lieux d'impacts possibles sur une structure à partir d'une méthode appelée « méthode de la sphère fictive ». Cette dernière est illustrée dans le chapitre 6 du présent rapport (**figure 10**).

3.2 Caractéristiques électriques des coups de foudre

3.2.1 Intensité des différents coups de foudre

La distribution des intensités des courants de foudre est reportée sur un abaque regroupant toutes les données mondiales. Sont portées en abscisse le logarithme de l'intensité du coup de foudre (en kA), et en ordonnée la probabilité qu'un coup de foudre de dépasser une intensité donnée. Les courbes ainsi obtenues représentent un faisceau de droites.

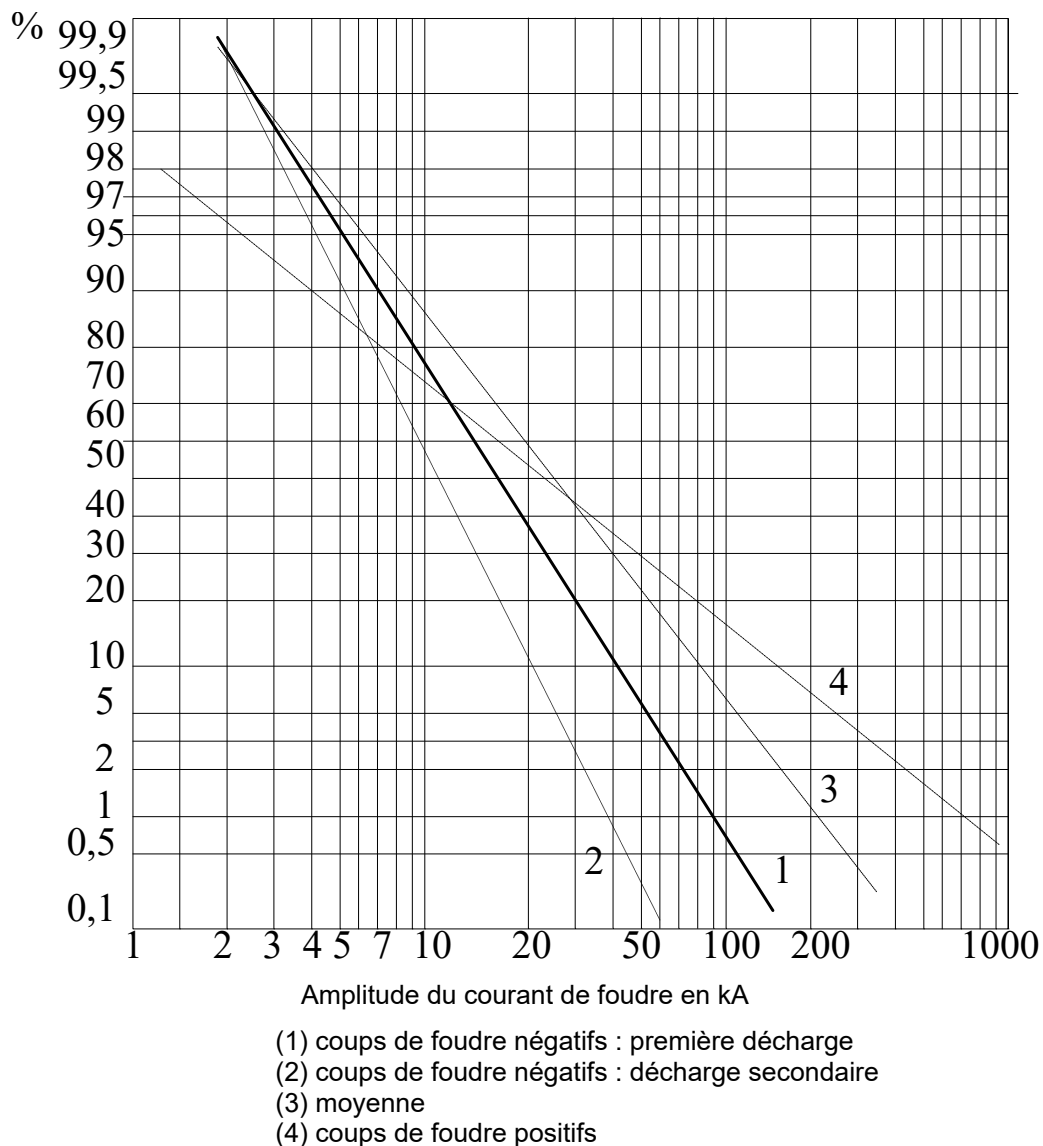


Figure 7 : Distribution statistique des coups de foudre

La lecture de la courbe (3) (moyenne) indique que l'intensité d'un coup de foudre négatif atteindra des valeurs supérieures à 2 kA dans 99,7 % des cas. La valeur moyenne de l'intensité se situe vers 25 kA.

3.2.2 Caractéristiques des différents coups de foudre

Un coup de foudre est composé en général de plusieurs décharges partielles s'écoulant par le même canal ionisé.

Paramètres	Unité	Probabilité		
Amplitude	kA	95%	50%	5%
Premier coup négatif		4	20	90
Coup subséquent négatif		4,9	11,8	28,6
Coup positif		4,6	35	250
Raideur max.	kA/μs	95%	50%	5%
Premier coup négatif		9,1	24,3	65
Coup subséquent négatif		9,9	39,9	161,5
Coup positif		0,2	2,4	32
Energie spécifique	kJ/Ω	95%	50%	5%
Premier coup négatif		6	55	550
Coup subséquent négatif		0,55	6	52
Coup positif		25	650	15000
Charge totale	C	95%	50%	5%
Décharge négative		1,3	7,5	40
Décharge positive		20	80	350
Durée totale	ms	95%	50%	5%
Décharge négative		0,15	13	1100
Décharge positive		14	85	500

Tableau 1 : Paramètres d'un coup de foudre (selon la norme NF EN 62305-1- Protection contre la foudre – Partie 1 : Principes généraux [2])

3.3 Effets de la foudre sur des installations

La foudre est un courant électrique haute fréquence qui entraîne les mêmes effets que tout autre courant circulant dans un conducteur électrique notamment :

- 1) Effets thermiques (effet Joule),
- 2) Effets dus aux amorçages (montées en potentiel des prises de terre et tensions dangereuses dues à l'impédance élevée des conducteurs en haute fréquence),
- 3) Effets électromagnétiques,
- 4) Effets électrodynamiques,
- 5) Effets électrochimiques,

3.3.1 Effets thermiques

Les effets thermiques associés au phénomène de foudre peuvent être de plusieurs sortes :

- De manière générale, un courant électrique s'écoulant dans un corps conducteur entraîne son échauffement. Ce phénomène, qualifié d'effet Joule, peut être à l'origine, dans le cas de la foudre, de la fusion des conducteurs dont le volume n'est pas suffisant pour évacuer la quantité de chaleur générée par les courants de foudre,
- Lors de coups de foudre, un contact de mauvaise qualité entre deux conducteurs peut être le siège d'un échauffement important conduisant à la fusion des pièces en contact. Cette fusion pouvant s'accompagner également de la formation d'un arc et de projection de métal porté à haute température, peut constituer un facteur incendiaire important.

- Dans les cas particuliers où les courants de foudre s'écoulent dans un mauvais conducteur contenant de l'eau (bois béton), l'échauffement généré est plus important et est susceptible d'entraîner une vaporisation de l'eau contenue dans le matériau et en conséquence, l'éclatement de ce dernier.
- Aux points de jonction entre un conducteur (surface métallique) et un arc de retour, une grande quantité de charges électriques doit être écoulee dans un temps très bref. Ce phénomène entraîne un échauffement local important du métal, qui, s'il s'avère généralement sans conséquences graves, peut conduire à la perforation de tôle d'acier de 2 à 3 mm d'épaisseur,
- Enfin, lorsque l'arc traverse des substances inflammables, il est capable de déclencher un incendie directement par conduction de la chaleur ou par simple rayonnement thermique.

3.3.2 Montées en potentiel et amorçages

L'amorçage (l'étincelage) se produit lorsque la tension électrique entre deux points dépasse un seuil qui dépend du milieu isolant et de l'éloignement entre ces deux points. Ce phénomène transitoire se produit dans l'air lorsque le champ électrique est de l'ordre de 30 kV/cm.

Ces différences de potentiel peuvent ainsi occasionner :

- Des destructions d'équipements électriques ou électroniques,
- Des claquages (étincelles) entre les descentes de paratonnerre et des objets métalliques proches reliés au sol, créant ainsi un risque important d'inflammation.

3.3.3 Effets électromagnétiques

Le canal de foudre ainsi que les éléments écoulant le courant de foudre à la terre génèrent un champ électromagnétique. Des courants et tensions induits vont alors apparaître dans les conducteurs proches. A titre d'illustration, signalons qu'à 100 m du point d'impact, un éclair peut induire une tension de 80 V dans une boucle d'un mètre carré formée par un conducteur.

Les différences de potentiels en résultant peuvent à leur tour entraîner des claquages dans les éléments électriques ou électroniques reliés à ces conducteurs. Ces claquages peuvent être également de forte intensité et créer un risque d'inflammation ou de destruction du même type que celui créé par le coup direct.

Par ailleurs, certains équipements sensibles aux perturbations électromagnétiques peuvent être perturbés ou détruits par le champ créé par un éclair proche.

Les surtensions induites par un champ électromagnétique sont généralement de courte durée et leur amplitude dépend notamment de la vitesse de variation du courant induit dans le composant considéré. Cette vitesse de variation est à relier à la raideur du coup de foudre et donc au profil de l'onde magnétique générée.

Ainsi, les temps de montée, de valeur de crête et le temps de descente ont chacun des effets destructeurs ou perturbateurs :

- Le temps de montée : certains composants discrets (triacs, thyristors par exemple) sont déclenchés ou détruits par des impulsions de bas niveau, mais à front très raide (dU/dt et dI/dt importants) ;
- La valeur de crête : les surtensions de crête supérieures à la valeur admissible de certains éléments entraînent leur destruction par claquage ; c'est le cas pour les condensateurs, les diodes et en général les couches d'arrêt des semi-conducteurs ;
- Le temps de descente : les impulsions de longue durée endommagent la plupart des composants du fait de l'énergie qu'elles véhiculent.

Sans aller jusqu'à la destruction d'un composant ou d'un circuit, les perturbations du réseau peuvent aussi entraîner des erreurs de fonctionnement d'équipements électroniques par suite de l'action d'une impulsion, même faible, sur un microprocesseur, une mémoire ou une logique câblée (basculer, ...).

Les effets seront par exemple :

- L'arrêt ou le démarrage incontrôlé d'une machine automatique,
- Le fonctionnement erratique d'équipements,
- La perturbation de programmes informatiques,
- Le déclenchement intempestif d'une centrale d'alarme,
- Des erreurs d'affichage ou de calcul (mesures, ...).

Il est clair que la perturbation d'organes électriques jouant un rôle particulièrement important pour la sécurité de l'installation (comme les mesures de maîtrise des risques MMR alimentés par les lignes d'alimentations électriques pénétrant dans le bâtiment) peut être une cause d'accidents majeurs. L'analyse d'accidents menée dans le paragraphe 2.2 a d'ailleurs mis en lumière que les accidents de ce type n'étaient pas à exclure.

Les effets électromagnétiques de la foudre peuvent donc perturber les installations électriques même éloignés ou enterrés, notamment :

- La foudre peut entraîner des conséquences destructrices ou perturbatrices sur des installations électriques ou électroniques situées dans un rayon de plusieurs kilomètres à partir du point d'impact ;
- Une alimentation électrique d'un bâtiment réalisée par câbles souterrains n'en est pas pour autant protégée des effets de la foudre et les équipements électriques ou électroniques branchés dans ce bâtiment ne sont pas à l'abri des conséquences de ce phénomène électrique.

3.3.4 Effets électrodynamiques

Il s'agit d'effets mécaniques déformant les conducteurs métalliques dans lesquels circulent un courant dû à la foudre.

Des effets électrodynamiques peuvent être générés dès lors qu'un courant fort circule dans un conducteur se trouvant par ailleurs dans un champ magnétique généré par des courants voisins. Par analogie, on peut se référer aux phénomènes apparaissant sur des jeux de barres de poste électrique de puissance en cas de court-circuit.

Ces effets peuvent être soit attractifs, soit répulsifs suivant la disposition des conducteurs les uns par rapport aux autres. Ces efforts peuvent atteindre de plusieurs centaines à plusieurs milliers de newtons pour des coups de foudre violents et conduisent à des déformations mécaniques pouvant entraîner des ruptures ou des arrachages de support.

3.3.5 Effets électrochimiques

Ces effets sont généralement négligeables sur les installations au sol, les quantités de matière pouvant se décomposer par électrolyse restant faibles, même pour des quantités de charge transférées importantes. Une surveillance des prises de terre reste cependant nécessaire (risque de corrosion, ...).

3.4 Accidents corporels dus à la foudre

Les accidents corporels dus à la foudre ne sont pas très fréquents, mais leurs conséquences, souvent très graves, doivent être connues, ainsi que les règles élémentaires à respecter pour se protéger (voir site internet de l'association protection foudre APF).

En ce qui concerne l'atteinte d'une personne par un coup de foudre, il convient de distinguer :

- *Le coup de foudre "direct"* : le courant de foudre "entre" par la partie supérieure d'une personne et s'écoule au sol en passant par les membres inférieurs ;
- *Le foudroiement par éclair "latéral"* : le courant de foudre "descend" par un élément faiblement conducteur avant de choisir un chemin de moindre résistance qui peut être une personne se situant à proximité ;
- *Le foudroiement par "tension de pas"* : lorsque la foudre frappe un point au sol, on a alors une différence de potentiel suffisante pour générer un courant passant par les membres inférieurs d'un individu ;
- *Le foudroiement par "tension de toucher"* : la tension de toucher intervient comme mécanisme de foudroiement lorsqu'une personne touche un objet conducteur lui-même parcouru par un courant de foudre ;

Le risque majeur des foudroiements est l'arrêt cardio-respiratoire. Comme dans le cas des électrisations par courant de fréquence industrielle, seule la réanimation cardiaque et respiratoire immédiate peut sauver la victime.

4 Contexte réglementaire français

L'évolution des connaissances dans le domaine de la protection contre la foudre et le retour d'expérience sur les sites industriels (**Annexe D** - accidentologie) ont montré que des mesures doivent être prises pour réduire davantage les risques liés à la foudre sur les installations classées.

4.1 L'arrêté du 4 octobre 2010 (modifié)

L'obligation de prendre en compte le risque foudre dans une installation classée pour la protection de l'environnement a plus de 20 ans. C'est l'arrêté du 4 octobre 2010 (modifié par l'arrêté du 28 février 2022) **[1]**, remplaçant l'arrêté du 15 janvier 2008, qui précise le cadre réglementaire applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Le texte complet de l'arrêté est accessible sur le site de LEGIFRANCE (lien mentionné en **annexe B**).

L'arrêté du 4 octobre 2010 introduit une obligation de faire appel à des organismes et personnes reconnus compétents pour certaines opérations, en particulier :

- Analyse du risque foudre (ARF) ;
- Etude Technique (ET) ;
- Installation des protections ;
- Vérification des protections.

Les référentiels **[9]** qui permettent de qualifier les organismes reconnus compétents sont approuvés par le ministre chargé des installations classées.

Pour une installation soumise à autorisation au titre de la législation des installations classées et dont la rubrique est listée dans l'arrêté, une ARF doit être réalisée car une agression par la foudre pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement.

Il s'agit de « *... présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique...* ».

Pour les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées et dont la rubrique n'est pas listée dans l'arrêté, le préfet peut rendre applicable l'arrêté si une agression par la foudre pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement

L'arrêté du 4/10/2010 précise que si l'organisme compétent (choisi par l'exploitant) se base sur la norme NF EN 62305-2 **[3]** en vigueur pour réaliser l'ARF, alors dans ce cas, il y a présomption de conformité et donc l'ARF réalisée est réputée satisfaire aux exigences de l'arrêté précité.

L'ARF est systématiquement mise à jour dans les cas suivants :

- a) A l'occasion de modifications substantielles des installations nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation au sens de l'article R. 180-46 du code de l'environnement
- b) A chaque révision de l'étude de dangers (notamment, à l'issue du réexamen quinquennal, si celui-ci conclut à la nécessité de réviser l'étude, pour les établissements Seveso Seuil Haut)
- c) Pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF (exemples : modification de l'élévation d'une structure, extension, ajout d'équipements en toiture, de lignes électriques ou de canalisations métalliques à l'extérieur de la structure augmentant significativement le risque de dommage dû à la foudre).

En fonction des résultats de l'analyse du risque foudre, une étude technique (ET) est réalisée. Cette étude définit les mesures à mettre en œuvre pour atteindre l'efficacité de protection définie par l'ARF. C'est l'ET qui définit les protections alors que l'ARF indique le besoin ou non de protection et l'efficacité associée.

Une notice de vérification et maintenance (NVM) est rédigée lors de la phase d'ET lorsque les protections sont définies. Elle sert de support aux vérifications.

L'ensemble des actions (ARF, ET, installation, vérification, dépose et élimination des déchets) réalisées lors du cycle de vie du Système de Protection contre la foudre (SPF) est consigné dans un carnet de bord. Ce document permet de démontrer la cohérence de la démarche et prouver que chaque mission a été réalisée conformément aux exigences.

Les paratonnerres radioactifs en place sur les installations visées par l'arrêté doivent être déposés depuis le 1^{er} janvier 2012.

Seules les sociétés autorisées par l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) peuvent procéder à la dépose, le conditionnement, le transport et l'entreposage des paratonnerres radioactifs. L'**annexe E** présente la liste de ces sociétés (source <http://www.andra.fr>).

La liste exhaustive des rubriques ICPE est réalisée à partir des informations obtenues sur le site d'information réglementaire relatif au droit de l'environnement industriel : <http://www.ineris.fr/aida>.

Seules les publications au Journal officiel de la République française ont une valeur juridique.

4.2 La circulaire du 24 avril 2008

La circulaire (texte téléchargeable avec lien mentionné en **annexe C**) fait référence à l'arrêté du 15 janvier 2008. Or l'article 3 de l'arrêté du 19 juillet 2011 (correspondant à la section III de l'arrêté du 4/10/2010 modifié **[1]**) indique que toute référence à l'arrêté du 15 janvier 2008 dans un texte réglementaire est remplacée par la référence à l'arrêté du 19 juillet 2011.

Elle traite des points suivants :

1. Analyse du risque foudre (ARF)
2. Etude technique (ET)
4. Vérification des protections contre la foudre
5. Exigences minimales pour les référentiels de qualification des organismes compétents
6. Circulaires d'application de l'arrêté abrogé du 28 janvier 1993
7. Paratonnerres à sources radioactives

Cette circulaire apporte des précisions sur les points suivants :

✓ Analyse du risque foudre (ARF)

Selon la circulaire, l'ARF prend en compte le risque de perte de vie humaine et les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

En effet ces défaillances peuvent créer un incendie ou une explosion.

Dans la norme NF EN 62305-2, le risque de perte de vie humaine est appelé R1 avec le niveau de risque tolérable le plus réduit (avec une valeur de 10^{-5}).

Les équipements électriques et électroniques intégrés aux Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) et alimentés par le réseau électrique doivent être protégés contre la foudre.

Les autres risques (R2, R3, R4) mentionnés dans la norme NF EN 62305-2 et détaillés dans le § 5.2.2 du présent rapport ne sont pas pris en compte dans les calculs sauf si l'exploitant le demande de manière volontaire afin de protéger d'autres équipements électriques en plus des MMR figurant dans l'ARF.

Bien que la protection contre la foudre limite considérablement les dommages en cas d'agression et par conséquent protège l'outil de production de l'exploitant, la réglementation n'impose pas la protection des installations pour d'autres raisons que celles exprimées à l'article 16 de l'arrêté du 4 octobre 2010.

L'ARF identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée ainsi que le niveau de protection associé.

L'annexe de la circulaire rappelle que l'étude des dangers (EDD) fournit des données d'entrée à l'ARF. Les événements redoutés sont précisés dans le dossier d'autorisation d'exploiter (DAE). Les structures pour lesquelles un événement redouté est identifié par l'exploitant dans le DAE sont mentionnées dans l'ARF.

Le calcul de risque R1 selon la norme NF EN IEC 62305-2 n'est pas appliqué à toutes les structures

d'un site soumis à autorisation mais aux structures pour lesquelles un dommage (au sens de la norme NF EN IEC 62305-2) est identifié dans l'EDD ou l'étude d'impact.

La norme NF EN IEC 62305-2 ne traite pas explicitement de la protection des installations électriques pour lesquelles une défaillance aurait des conséquences telles que celles indiquées à l'article 16 de l'arrêté du 4 octobre 2010 quand la défaillance de ces installations ne peut créer ni un incendie ni une explosion. L'ARF ne se limite donc pas au calcul du risque R1 défini dans la norme NF EN 62305-2. L'exploitant doit indiquer les équipements contribuant à la maîtrise des risques d'accidents majeurs (MMR) et plus particulièrement ceux liés à la maîtrise des risques d'incendie ou d'explosion.

Une approche systématique de protection des dispositifs électriques ou électroniques participant au fonctionnement des MMR dont la défaillance peut conduire, lors de la survenance d'un coup de foudre, à la défaillance d'une fonction de sécurité agissant en prévention ou protection d'un phénomène dangereux vis-à-vis de l'environnement doit être retenue dans les ARF. La défaillance s'entend lorsque l'équipement n'est pas en mesure de contenir le développement du scénario ayant pour origine la foudre.

Les critères à retenir pour savoir si l'ARF doit être appliquée pour un bâtiment :

- La foudre peut être l'événement initiateur d'un phénomène dangereux mentionné dans l'étude de danger.
- Ou la foudre peut être la cause de la défaillance d'un équipements électrique ou électronique faisant partie d'une MMR et empêcher la fonction de protection ou mitigation d'un scénario d'accident majeur

✓ Etude technique (ET)

L'étude technique est une étape importante car elle doit définir une protection dont l'efficacité est précisément définie dans l'ARF. En effet, les normes européennes privilégient la protection intrinsèque des structures dès leur conception. **Il est en effet préférable d'utiliser au maximum les structures dites « naturelles »** (selon les normes) qui sont susceptibles de capter, canaliser et diffuser les courants de foudre dans le sol.

La circulaire rappelle que la protection des structures est définie en conformité à la norme NF EN 62305-3 (Protection contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains) [4]. La mise en place de Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) comme élément de capture est également autorisée. Dans ce cas, le rayon de protection retenu doit être réduit au minimum de 40% par rapport à la valeur indiquée dans la norme NF C 17-102 [5].

En complément des systèmes de protection, des moyens de prévention peuvent être définis dans l'étude technique. Ces moyens peuvent réduire les risques, aussi il peut être intéressant techniquement et économiquement de les retenir à la condition qu'ils soient intégrés dans les procédures d'exploitations de l'installation et que leur efficacité selon la norme NF EN IEC 62793 (détecteur d'orage) est démontrée et adaptée au cas étudié.

✓ Vérification

Toutes les vérifications sont réalisées conformément à la notice de vérification et maintenance (NVM).

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié impose, à son article 21, d'enregistrer des agressions de la foudre. Les enregistrements peuvent être réalisés de 2 manières différentes (l'une ou l'autre) :

- Abonnement à un service de télé-comptage des impacts foudre (exemple METEORAGE),
- Compteur de coups de foudre : l'équipement, conforme à la norme NF EN IEC 62561-6, qui est installé dans le système de protection contre la foudre, s'incrémente lors du passage d'un courant de foudre, l'affichage du compteur permet donc de connaître le nombre d'impacts foudre ayant atteints le bâtiment protégé. Le compteur doit être relevé selon une période suffisamment courte pour permettre une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés, dans un délai maximum d'un mois. La procédure et le registre renseigné associés au relevé des compteurs démontrent que le système de protection est correctement suivi. L'utilisation des compteurs horodatés ou à report d'information collectée sur une Gestion Technique Centralisée permet d'assurer l'enregistrement.

✓ Paratonnerres radioactifs

La circulaire de 2008 rappelle que les opérations de dépose, conditionnement, transport et entreposage éventuel, avant la collecte des paratonnerres par l'ANDRA, sont de la responsabilité de leur détenteur.

Selon l'article 23 de l'arrêté du 4/10/2010 modifié, les paratonnerres à sources radioactives présents dans les installations doivent être déposés avant le 1^{er} janvier 2012 et remis à la filière de traitement des déchets radioactifs.

La liste des sociétés autorisées (par l'Autorité de Sureté Nucléaire ASN) pour la dépose des paratonnerres radioactifs est accessible sur internet <http://andra.fr> (voir liste en **annexe E**).

4.3 Evolution des exigences de protection

Les principales évolutions apportées par l'arrêté du 28 février 2022 à l'arrêté du 4 octobre 2010 **[1]** sont :

- L'ajout de nouvelles rubriques ICPE 3000,
- L'application des normes foudre en vigueur : série NF EN IEC 62305 et NF C 17102,
- La prise en compte des panneaux photovoltaïques.

La circulaire de 2008 rappelle les différentes étapes qui conduisent à la réduction des risques et indique les documents afférents à la démarche de protection contre la foudre. Les annexes comprennent l'organigramme de la démarche de protection et la liste des documents normatifs associés pour mener une étude.

4.4 Les documents exigibles

L'arrêté du 4 octobre 2010 **[1]** impose que l'exploitant tienne à disposition de l'inspection des installations classées :

- ✓ L'analyse du risque foudre (voir contenu au § 5.4.4) ;
- ✓ L'étude technique (voir contenu au § 6.4) ;
- ✓ La notice de vérification et de maintenance (voir contenu au § 6.5) ;
- ✓ Les rapports de vérifications (voir contenu au § 8.5) ;
- ✓ Le carnet de bord (voir contenu au § 8.6).

En complément, le référentiel Qualifoudre **[9]** en vigueur (avec les notes techniques **[10]** et la FAQ **[11]** associées) impose la remise à l'exploitant d'un dossier installation DOE (voir contenu au § 7.4) par l'installateur certifié Qualifoudre.

4.5 La qualification des acteurs de la protection

Les différentes activités (études, installations et vérifications) associées à la protection contre la foudre des installations visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 doivent être réalisées par des organismes reconnus compétents.

Il est précisé que : « *Sont reconnus compétents les personnes et les organismes qualifiés par un organisme indépendant selon un référentiel approuvé par le ministre chargé des installations classées.* »

A la date d'émission de ce rapport, deux référentiels de qualification sont reconnus (article 17 de l'arrêté du 4 octobre 2010) par le Ministère :

✓ **Qualification QUALIFOUDRE délivrée par l'INERIS**

La qualification délivrée pour 3 ans concerne les activités suivantes :

- ✓ Fabrication des systèmes de protection contre la foudre (SPF)
- ✓ Analyse du risque foudre (ARF) ;
- ✓ Etude technique (ET) ;

- ✓ Installation des paratonnerres ;
- ✓ Installation des parafoudres ;
- ✓ Vérifications visuelles ;
- ✓ Vérifications complètes.

Pour plus d'informations concernant le référentiel Qualifoudre en vigueur, il existe le lien internet INERIS QUALIFOUDRE ci-dessous :

<https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

✓ **Qualification Foudre Contrôle Certification (F2C) délivrée par GLOBAL**

Des membres représentatifs de FILIANCE, filière de confiance et fédération du secteur du Testing, Inspection, Certification (TIC), ont initié cette démarche de qualification pilotée par l'organisme GLOBAL.

La qualification délivrée pour 5 ans concerne les activités suivantes :

- ✓ Analyse du risque foudre (ARF) ;
- ✓ Etude technique (ET) ;
- ✓ Vérifications visuelles ;
- ✓ Vérifications complètes.

Plus d'informations concernant le référentiel F2C, voir le lien internet GLOBAL ci-dessous :

<https://www.global-certification.fr/certification/management-de-la-qualite/f2c>

5 Analyse du risque foudre

5.1 Les objectifs de l'ARF

L'analyse du risque foudre identifie les structures (bâtiments) et les équipements pour lesquels une protection doit être assurée.

Il s'agit de **définir le besoin** de prévention et de protection contre la foudre pour les structures et les équipements dont la destruction ou la défaillance peuvent créer des événements redoutés visés à l'article 18 de l'arrêté du 4/10/2010.

L'article 18 précise :

« Une analyse du risque foudre (ARF) visant à protéger les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 du code de l'environnement est réalisée par un organisme compétent. Elle identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée.

L'analyse des risques foudre est basée sur une évaluation des risques et a pour objet d'évaluer le risque lié à l'impact de la foudre. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

La réalisation de l'analyse conformément à la norme **NF EN 62305-2** dans sa version en vigueur à la date de réalisation, permet de répondre à ces exigences. »

L'objectif principale de l'ARF est d'obtenir par un calcul statistique le niveau de protection nécessaire (I++, I+, I, II, III ou IV) nécessaire pour protéger la structure.

L'annexe de la circulaire du 24 avril 2008 précise que la première étape est une identification des événements redoutés. Il s'agit de prendre en compte l'étude des dangers réalisée sur le site et retenir les scénarios pour lesquels la foudre a été identifiée comme événement initiateur.

L'étude de danger (EDD) n'indique pas explicitement les structures et les équipements concernés par l'ARF. Tous les bâtiments d'un site industriel ne sont pas systématiquement concernés par une étude selon la norme NF EN 62305-2.

Les **critères à retenir** pour savoir si la méthode d'analyse du risque doit être appliquée pour un bâtiment sont les suivants :

1. Un **scénario d'accident a été retenu** et la foudre peut être l'événement initiateur.
2. Un matériel électrique ou électronique, défini comme important pour la sécurité dont les Mesures de Maîtrise des Risques (**MMR**) ou dont la défaillance peut conduire au phénomène dangereux, est situé dans le bâtiment.

Cela implique que certains bâtiments ne sont pas concernés. Cependant, il est nécessaire de s'interroger sur la continuité de service de certaines installations. En effet, il est fréquent que des équipements de surveillance et/ou de contrôle soient localisés dans des bâtiments pour lesquels le risque foudre n'est à priori pas retenu dans l'étude de danger. Ces équipements peuvent par exemple être des centrales de mesures de rejet, de détection incendie, de pilotage de processus industriel, de vidéosurveillance, de communication avec les secours... Il s'agit de vérifier lors de l'ARF si le critère 2 ci-dessus doit être retenu.

L'ARF n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). Elle précise, pour les structures concernées, l'efficacité attendue des mesures visant à réduire le risque à un niveau résiduel dit tolérable. Cette efficacité est traduite dans l'ARF (par un calcul statistique) **en niveau de protection I à IV (ou encore I+ ou I++ quand c'est nécessaire)** afin de faire la correspondance avec les normes de protection contre la foudre (quand des niveaux I+ et I++ sont nécessaires il peut être judicieux de revenir à des niveaux standard I à IV par l'utilisation d'une prévention par détection d'orages quand cette méthode est applicable).

L'ARF ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car le choix et le dimensionnement des protections ne sont pas encore définis lors de cette étape, c'est lors de l'étape « d'étude technique », que le dimensionnement et le choix de la protection contre la foudre est réalisé.

L'ARF fait parfois mention de protections qui ne sont pas indispensables pour répondre aux exigences réglementaires, mais qui permettent de réduire significativement le coût des dommages en cas d'agression de la foudre. Il est judicieux de proposer ces conseils dans une partie dédiée du rapport l'ARF. Ceci a pour objectifs de permettre à l'exploitant de choisir ou non de mettre en œuvre ces mesures optionnelles ou de définir des priorités d'investissement.

5.2 Les méthodes

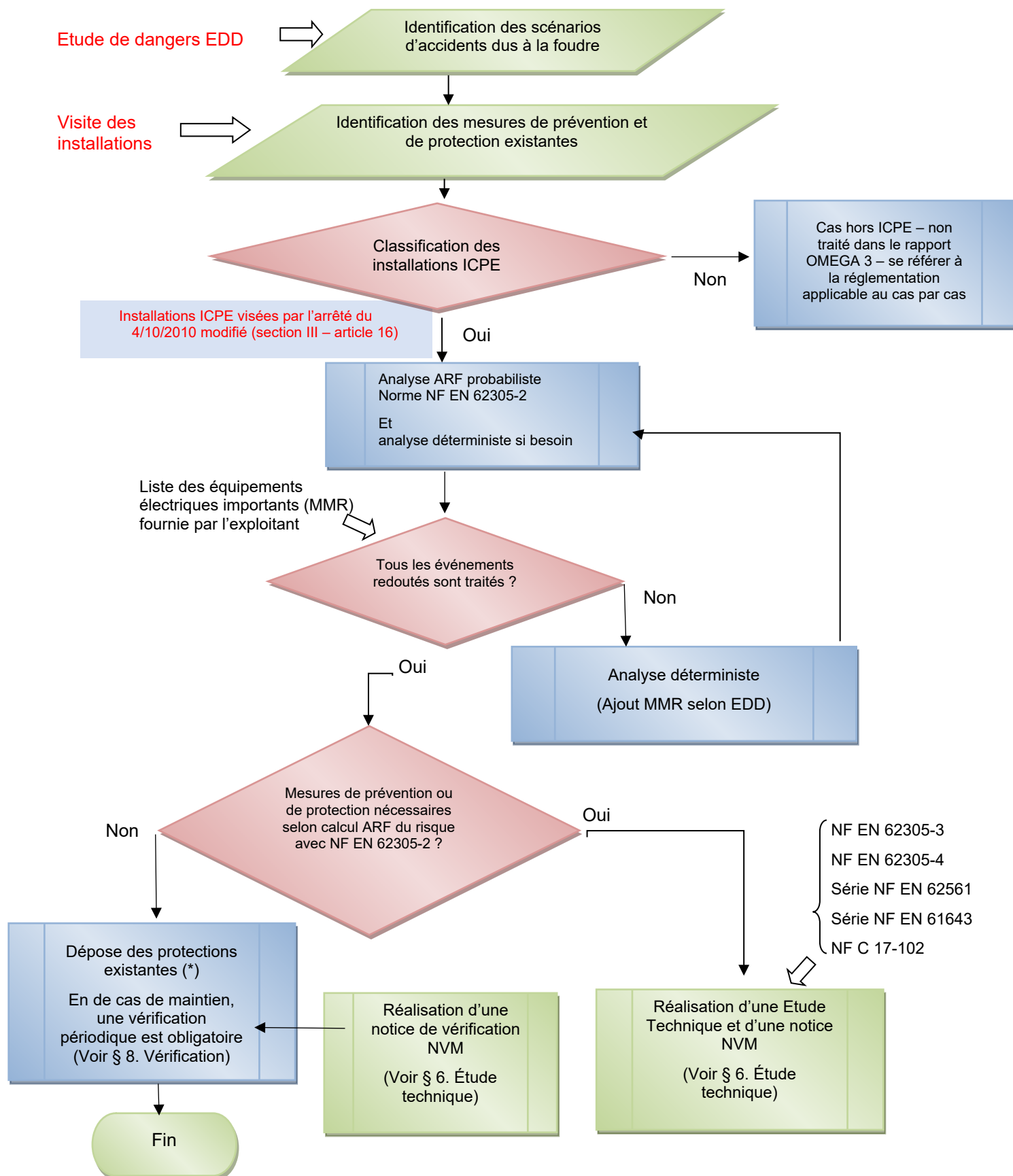
Il existe plusieurs méthodes pour définir le besoin de protection contre la foudre :

- Les méthodes probabilistes dites simplifiées définies dans la norme NF C 15-100-1 (2024) et les guides UTE C 15-443 et FD C 17-108.
- La méthode probabiliste définie dans la norme européenne EN 62305-2.
- La méthode déterministe.

Dans le contexte réglementaire de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, la seule méthode d'ARF est celle définie dans la norme **NF EN 62305-2** en vigueur (méthode probabiliste) ainsi que la méthode déterministe, qui impose la protection contre la foudre des équipements importants pour la sécurité (incluant les MMR) dont la liste est fournie par l'exploitant.

Les méthodes dites simplifiées ne s'appliquent pas pour les sites réglementés (ICPE).

La Figure 8 ci-après illustre les étapes d'une analyse du risque foudre ARF dans le cadre général.



(*) La dépose n'est pas une obligation réglementaire. Il est nécessaire de faire vérifier le bon état des protections existantes par rapport à la norme en vigueur lors de leur installation

Figure 8 : étapes ARF

5.2.1 L'approche probabiliste simplifiée

Les méthodes probabilistes dites « simplifiées » sont adaptées à des bâtiments (hors ICPE) de configuration simple et sans risque élevé.

Il n'est pas acceptable d'utiliser ces méthodes pour les installations visées par l'arrêté du 4 octobre 2010.

La seule méthode probabiliste admise en application de l'arrêté du 4/10/2010 [11] est celle décrite dans la norme NF EN 62305-2.

5.2.2 L'approche probabiliste selon la norme NF EN 62305-2

La norme NF EN 62305-2 définit le besoin de protection contre la foudre des structures.

L'application de cette norme consiste à définir les paramètres qui caractérisent la structure à étudier et son environnement puis à appliquer un calcul de risque.

La norme définit les notions suivantes :

- **Quatre sources de dommages** : le foudroiement d'une structure, le foudroiement à proximité d'une structure, le foudroiement d'une ligne qui pénètre dans la structure et enfin le foudroiement à proximité d'une ligne.
- **Trois types de dommages** : la blessure d'êtres vivants ou la perte de vie humaine, les dommages sur les structures (destruction complète ou partielle due à un coup de foudre direct, incendie, explosion...) et les défaillances d'équipements électriques (perturbation, panne ou destruction de matériel).
La circulaire du 24 avril 2008 précise que seul le risque de pertes de vies humaines (R1) doit être calculé. Ce calcul prend en compte le risque environnemental (avec le paramètre L_{FE} -voir le § 5.4.2.4 du présent rapport OMEGA 3).
- **Quatre types de pertes** : La perte de vie humaine, la perte de service public, la perte d'héritage culturel et la perte économique (structure, contenu, activité). Pour chacune de ces pertes, un risque est défini. Le risque total est calculé comme la somme des composantes élémentaires regroupées selon les quatre sources de dommages.

Le risque est défini comme la perte annuelle moyenne probable dans une structure due aux coups de foudre. Il dépend :

- du nombre annuel de coups de foudre impliquant la structure et les lignes ;
- de la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups de foudre ;
- du coût moyen des pertes consécutives.

Quatre risques (R1, R2, R3, R4) sont définis dans la norme NF EN 62305-2 :

- R1 : Risque de perte de vie humaine ;
- R2 : Risque de perte de service public ;
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel ;
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques.

Comme expliqué précédemment au paragraphe 4.2, **seul le risque R1 (correspondant à la perte de vie humaine) doit être calculé** en application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Pour les installations électriques internes au site comme par exemple un poste d'alimentation électrique, il peut être utile d'appliquer également le risque R2 (par exemple pour protéger en plus des MMR les outils de productions alimentés par ce poste électrique) mais ceci doit ressortir dans le rapport ARF comme une recommandation et non une obligation.

Dans cette norme, le calcul des risques constitue un processus itératif qui a pour objet de réduire les risques à un niveau jugé acceptable (le risque est alors dit maîtrisé).

Cette démarche est fondée sur l'analyse des risques (ARF) qui consiste à :

- Identifier les sources de dangers c'est-à-dire les éléments susceptibles d'engendrer des dommages significatifs dans leur environnement ;
- Identifier de façon détaillée les différentes conditions dans lesquelles les dangers identifiés peuvent se matérialiser ;
- Caractériser les risques de façon quantitative, semi-quantitative ou qualitative, selon plusieurs critères tels la gravité des conséquences et la fréquence d'occurrence.

Le processus d'analyse doit aboutir à une estimation (ou mesure) des risques. L'évaluation des risques consiste ensuite à comparer le niveau de risque résiduel estimé sur le bâtiment à un niveau fixé comme acceptable par l'exploitant, une norme ou la réglementation : le risque est dit maîtrisé.

L'arrêté du 4 octobre 2010 précise que si l'organisme compétent (choisi par l'exploitant) se base sur la norme NF EN 62305-2 [3] en vigueur pour réaliser l'ARF, alors dans ce cas, il y a présomption de conformité et donc l'ARF réalisée est réputée satisfaire aux exigences de l'arrêté précité.

C'est la norme NF EN 62305-2 qui fixe le niveau de **risque tolérable à 10^{-5} victimes/an** dans une structure (pour le risque R1).

Nota : quand R2 est appliqué, le risque tolérable est fixé à 10^{-3} .

En fonction des résultats de l'évaluation des risques, des mesures de réduction du risque doivent être envisagées, notamment si le risque est jugé non maîtrisé. Le processus de réduction des risques se poursuit alors jusqu'à atteindre un niveau aussi bas que raisonnablement réalisable. C'est pourquoi le processus est itératif.

L'analyse de risques est le plus souvent assurée au sein d'un groupe de travail réunissant des personnes spécialistes et expérimentées des installations ; ce travail est généralement complété par une caractérisation des phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident selon trois critères que sont :

- La probabilité d'occurrence ;
- La cinétique (afin de vérifier que la mise en œuvre des mesures de prévention est compatible avec la cinétique de déroulement de l'accident ou de l'apparition du phénomène dangereux) ;
- L'intensité des effets du phénomène et la gravité des conséquences potentielles.

Cette caractérisation prend en compte les mesures de prévention et de protection dont la performance aura pu être justifiée (MMR).

Si l'arrêté indique que l'ARF est basée sur une évaluation des risques réalisée selon la norme NF EN 62305-2, qui est réputée satisfaire aux exigences de l'arrêté précité, cela ne signifie pas que l'ARF se limite à réaliser un calcul tel qu'il est proposé dans la norme. En effet, il s'agit préalablement de définir les structures concernées (voir § 5.1). La méthode de la norme NF EN 62305-2 s'applique à des structures ou les installations présentant des risques peuvent être des zones ouvertes (par exemples le stockage de fûts en extérieur) ou des canalisations.

Lorsque des MMR sont définies dans une installation, la méthode probabiliste NF EN 62305-2 n'est pas suffisante et elle doit être complétée par une approche déterministe précisant la mise en place de bonnes pratiques de protections. Les matériels électriques ou électroniques, définis comme important pour la sécurité dont les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) listés dans l'ARF doivent être protégés de manière déterministe.

Cela est le cas par exemple pour les bacs de stockage de produits pétroliers pour lesquels des solutions systématiques sont demandées dans l'annexe D de la norme NF EN 62305-3.

5.2.3 L'approche déterministe

L'approche déterministe consiste à mettre en place des moyens de protection nécessaires au calcul statistique (par exemple protection contre la foudre de l'alarme incendie si elle est prise en compte dans le calcul du risque R1).

Dans l'approche déterministe, les modes de défaillance des installations sont préalablement identifiés par l'exploitant. Lorsqu'une défaillance simple ne conduit pas systématiquement à une situation sûre (perte de la sécurité d'un système), la décision de protéger est retenue.

Des modifications appropriées de la structure et/ou de son exploitation peuvent faire en sorte que les scénarios conduisant à la défaillance du système ne soient plus possibles.

De plus, le point A.15 de la FAQ Qualifoudre (approche déterministe pour les matériels électriques ou électroniques, définis comme important pour la sécurité dont les Mesures de Maîtrise des Risques MMR) mentionne le cas suivant :

Le niveau de protection (I ou II ou III ou IV issu du calcul dans l'ARF) pour un matériel électrique ou électronique à protéger (MMR) est au minimum le même que celui calculé pour la structure qui l'abrite lorsque cette dernière doit être protégée. Si la structure ne nécessite pas de protection, le niveau de protection foudre pour le matériel électrique (MMR) est de IV sauf si ce matériel ou son alimentation est impactable (par la foudre) auquel cas le niveau retenu doit être de I.

5.3 Les logiciels d'évaluation du risque foudre

Plusieurs logiciels d'évaluation du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] sont proposés aux bureaux d'études (par exemple les logiciels JUPITER 2.2, JUPITER NG12, DEHN SUPPORT) et certains professionnels de la foudre ont développé leur propre logiciel. Ces logiciels évitent de faire manuellement les calculs itératifs des méthodes probabilistes (selon NF EN 62305-2).

Pour les structures concernées par l'ARF dans le cadre de l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010, il ne faut pas utiliser un logiciel simplifié dans lequel des composantes élémentaires du risque ou des paramètres de calcul sont figés par soucis de simplification. Le logiciel simplifié ne permet pas de prendre en compte la complexité des structures ni l'optimisation des mesures de réduction des risques.

Un rapport d'ARF, pour laquelle un logiciel de calculs est utilisé, doit comprendre le listing de calcul qui montre les valeurs retenues pour toutes les variables de calcul. Cependant, **la seule fourniture d'un listing de calculs ne constitue pas une ARF.**

5.4 L'application de la norme NF EN 62305-2

5.4.1 Les données d'entrée

La participation de l'exploitant pour le recueil des données d'entrée de l'ARF est aussi importante que lors de l'élaboration de l'étude de danger.

La collecte de certaines données (dimension des structures, niveau d'activités orageuses) ne pose pas de problème au professionnel qui réalise l'ARF. Pour les données qui ont une influence déterminante sur le besoin de protection (le zonage ATEX, la charge calorifique à l'intérieur de la structure, le temps de présence du personnel, les conséquences d'un accident...) il est indispensable que l'exploitant communique des informations justes et précises. En effet, une mauvaise approximation de ces valeurs peut conduire à une erreur importante dans l'estimation du risque.

Les tableaux 2 à 6 présentent les données qui sont utilisées pour la réalisation d'une ARF. Certaines sont indispensables, d'autre permettent une optimisation du calcul de risque. Pour certains paramètres généralement non disponibles la norme NF EN 62305-2 propose des valeurs par défaut. C'est le cas par exemple pour la longueur d'une ligne entrante (paramètre L_L) dans une structure proposée par défaut à 1000 m.

L'exploitant doit retenir que la méthode permet de prendre en compte les protections dites « naturelles » comme les charpentes métalliques, qui participent sous certaines conditions à la réduction des risques. De plus les moyens de réduction des risques d'incendie, comme la présence de pompiers et l'extinction automatique sont pris en compte.

A titre d'exemple, les 5 tableaux ci-après constituent un recueil de données pour la réalisation de l'ARF.

Données pour la réalisation de l'ARF- structure à protéger
Désignation de la structure (N°, nom, fonction)
Dimensions (Longueur, largeur, hauteur maximale, hauteur de cheminée)
Situation relative de la structure (déterminée à partir du plan de masse : éloignement de la structure la plus proche en m)
Nombre de niveau (étages, sous-sol)
Type de mur (béton, métallique, bois...)
Type de couverture (béton, métallique, fibrociment, tuile...)
Particularités en toiture (pente, terrasse, acrotère, édicule...)
Type de sol à l'intérieur (béton, linoléum, bois...)
Distance entre les fermes de la charpente métallique
Distance entre les pannes qui relient les fermes
Type de sol (argile, granite, silice, humus...)
Y-a-t-il une prise de terre en fond de fouille ?
Les liaisons d'équipotentialité des masses sont-elles réalisées ?
Les ferraillements du béton armés sont-ils reliés ? (quelle est la dimension des mailles)

Tableau 2 : Fiche descriptive d'une structure à protéger contre la foudre

Remarque : la résistivité du sol ρ a été retirée en tant que variable du tableau ci-dessus par rapport à la version précédente du rapport OMEGA3 car une valeur par défaut de 400 ohm.m est maintenant proposée.

Données pour la réalisation de l'ARF- Installations complémentaires
Mur coupe-feu séparant 2 parties du bâtiment (durée)
Stockage extérieur à moins de 3 m du bâtiment (produit, quantité, contenant)
Installation de paratonnerre sur le bâtiment (type, année, état)
Nombre de conducteur de descente du paratonnerre
Nombre de prise de terre pour la foudre
Nombre de compteur de coup de foudre (indication du compteur)
Installation des parafoudres sur les lignes électriques (lignes protégées, type de protection, état)
Système de sécurité incendie (détection simple ou avec report, extinction automatique, extincteurs, présence de pompiers ou délai avant leur intervention)

Tableau 3 : Installations complémentaires sur le bâtiment

Données pour la réalisation de l'ARF- Gravité des dommages
Référence de l'étude de dangers (version, date)
Scénarios retenus dans l'étude de dangers
Conséquence des scénarios en termes de pollution du sol, de l'eau ou de dispersion de matière radioactive.
Energie surfacique (note 3) à l'intérieur du bâtiment (charge calorifique en Méga Joules par m ²)
Type et localisation des zones à risque d'explosion (explosif solide, Z0, Z1, Z2, Z20, Z21, Z22)
Nombre de personnes dans le bâtiment
Durée de présence de ces personnes dans le bâtiment
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure
Les zones de surpression >50 hPa et les zones de flux thermique par surface > 3 kW/m ²
Conséquences d'une coupure d'alimentation du bâtiment (aucune, perte de productivité, perte de la sécurité de l'installation)
Conséquences (hors incendie) de la détérioration d'équipements par la foudre (sans effet

Note ³ : L'énergie surfacique dépend des matières stockées et de leur quantité, elle est généralement déterminée par l'assureur du bâtiment pour quantifier l'effet d'un incendie.

Données pour la réalisation de l'ARF- Gravité des dommages
important, perte de productivité, perte de la sécurité de l'installation...)
Présence d'équipements électriques importants dans le bâtiment
Liste des équipements électriques importants reliés au bâtiment par une des lignes définies au tableau suivant.

Tableau 4 : Gravité des dommages

Remarque : Le nombre de victimes en cas d'accident lié à la foudre (suite à un accident identifié sur le site ICPE concerné) a été retiré du tableau ci-dessus par rapport à la version présence du rapport OMEGA3 car elle n'est pas prise en compte comme un paramètre dans le calcul de l'ARF. Par contre, le nombre de personnes potentiellement en danger dans la zone est pris en compte dans le calcul ARF selon le tableau 9.

Données pour la réalisation de l'ARF- Lignes
Désignation de la ligne
Type de ligne (alimentation BT, HT, courant faible)
Type de câble (qualité du blindage)
Présence d'un transformateur à l'entrée du bâtiment
Cheminement (aérien, enterré) à l'extérieur du bâtiment
Support du câble (chemin de câble métallique, capoté, tube rigide, tube métallique...) à l'extérieur du bâtiment
Cheminement à l'intérieur du bâtiment (formation ou non de boucle susceptible de capter l'impulsion électromagnétique de la foudre)
Tenue aux surtensions de l'équipement (1 kV, 1,5 kV, 2,5 kV, 4 kV ou 6 kV)
Désignation de l'équipement relié dans la structure (armoie de distribution, moteur, automate,...)
Où va cette ligne ?
Longueur de la ligne entre les équipements (intérieur et extérieur)
Nombre de câbles qui empruntent le même cheminement à l'extérieur du bâtiment
Dimensions de la structure adjacente

Tableau 5 : Lignes (liaisons de la structure avec l'extérieur)

Données pour la réalisation de l'ARF- Canalisations
Désignation de la canalisation
Nombre de canalisations qui entrent au même endroit dans le bâtiment.
Cheminement (aérien, enterré)
Matériau, épaisseur (> 4 mm ?)
Protection cathodique
Protection thermique (calorifugeage)
Liaisons à la terre (nombre, type...)
Continuité de la canalisation (soudée, dimension des tresses ou des câbles d'équipotentialité)

Tableau 6 : Canalisations métalliques

5.4.2 Calculs selon la norme NF EN 62305-2

Pour évaluer le risque R1, les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

Le risque R1 est la somme des risques qui le composent. Les composantes du risque peuvent être groupées en fonction de la source et du type des dommages.

- RA :** composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact et tension de pas dans la structure et à l'extérieur dans les zones jusqu'à 3 m autour des conducteurs de descente
- RB :** composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement
- RC :** composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF (impact direct)
- RM :** composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF (impact à proximité de la structure)
- RU :** composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante
- RV :** composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes
- RW :** composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure
- RZ :** composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

La composante du risque R1 est calculée de la manière suivante :

$$R1 = \sum Nx.Px.Lx$$

$$R1 = RA + RB + RC^{1)} + RM^{1)} + RU + RV + RW^{1)} + RZ^{1)}$$

Note 1 : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux équipés de matériels électriques de réanimation ou autres structures, lorsque les défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Avec :

- **Nx est le nombre annuel d'évènements dangereux ;**
Nx est affecté par la densité de foudroiement Nsg et par les caractéristiques physiques de la structure à protéger, son entourage, les services connectés (lignes d'alimentation électriques, ...)

(Selon annexe A de la norme NF EN 62305-2)

- **Px est la probabilité de dommage pour une structure ;**
Px est affectée par les caractéristiques de la structure à protéger, les services connectés et les mesures de protection fournies

(Selon annexe B de la norme NF EN 62305-2)

- **Lx est la perte consécutive**
Lx est affectée par l'utilisation assignée à la structure, la présence de personnes, le type de service fourni au public, la valeur des biens affectés par les dommages et les mesures fournies pour limiter le montant des pertes.
(Selon annexe C de la norme NF EN 62305-2)

Et selon les valeurs de Nx, Px et Lx mentionnées dans le tableau ci-dessous de la norme NF EN 62305-2 :

Dommages	Source de dommage			
	S1 Impact sur une structure	S2 Impact à proximité d'une structure	S3 Impact sur un service entrant	S4 Impact à proximité d'un service
D1 Blessures d'êtres vivants par choc électrique	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Dommages physiques	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Défaillance des réseaux de puissance et de communication	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

Tableau des composantes de risques (RA à Rz)

Le risque tolérable RT pour R1 proposé par la norme est de 10^{-5}

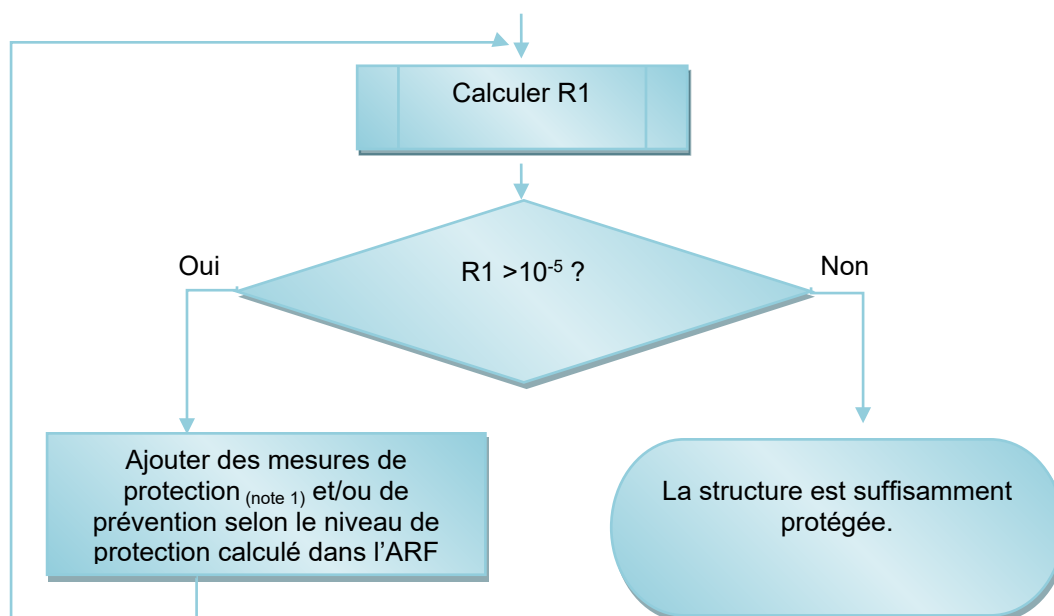


Figure 9 : Logigramme de réduction du risque

Note 1 : Les mesures de protection ne doivent être considérées comme fiables selon la norme NF EN 62305-2 que si elles satisfont aux prescriptions des normes applicables :

- Normes NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4 pour la protection afin de réduire les blessures aux êtres vivants et les dommages physiques dans une structure ;
- Normes NF EN 61643-11, NF EN 61643-21, NF EN 61643-31, NF EN 62305-4 pour la protection en vue de réduire les défaillances des réseaux internes ;
- Normes IEC 61643-12, Guides CLC TS 61643-22, IEC 61643-32

Concernant la prévention, il s'agit des détecteurs d'orage selon la norme NF EN IEC 62793.

Quels sont les principaux facteurs d'incertitude sur le calcul du risque ?

➤ Le nombre annuel N_x d'événements dangereux :

Les paramètres de calcul de N_x sont donnés dans l'annexe A de la norme NF EN 62305-2.

Le nombre N_x d'événements dangereux est affecté par la densité de foudroiement N_{sg} et par les caractéristiques physiques de la structure à protéger, son entourage, les services connectés et le sol.

Il est fonction de la surface d'exposition à la foudre et de la densité de foudroiement. Le calcul de la surface d'exposition est lié aux dimensions du bâtiment. Il est donc reproductible et précis. Le principal élément d'incertitude est l'utilisation du facteur d'emplacement, qui peut introduire des erreurs significatives par rapport à la réalité. On peut s'en affranchir en grande partie en substituant le facteur d'emplacement à une répartition des surfaces de captation entre les différentes structures voisines ; une construction graphique sur un plan de masse est alors nécessaire.

La densité de foudroiement N_{sg} doit être la valeur locale de la commune fournie par Météorage (société française de détection et de localisation) en application de l'arrêté du 4/10/2010 modifié.

La densité de foudroiement donnée par le guide UTE C 15-443 ou la norme NF C 15-100-1 [8] peut être pris en compte uniquement hors réglementation ICPE par exemple pour les ERP mais pas pour les ICPE (ni les INB et INBS).

➤ La probabilité P_x de dommages (dus à la foudre) pour une structure :

Les paramètres de calcul de P_x sont donnés dans l'annexe B de la norme NF EN 62305-2.

La probabilité de dommage P_x est affectée par les caractéristiques de la structure à protéger, les services connectés et les mesures de protection fournies.

L'estimation de cette probabilité prend en compte un certain nombre de facteurs aggravant ou diminuant le risque, mais ne tient pas compte de la géométrie des locaux à l'intérieur de la structure étudiée.

La norme considère qu'en l'absence de protection contre la foudre, la probabilité de dommage est de 1.

Lorsqu'il y a un risque d'étincelle et des produits inflammables dans une structure, il est retenu un risque d'incendie ou un risque d'explosion.

Il convient que les structures comportant des zones dangereuses ou contenant des matériaux explosifs massifs ne soient pas considérées comme des structures avec risque d'explosion si l'une des conditions suivantes est satisfaite :

- a) La durée de présence des substances explosives est inférieure à 0,1 heure/an ;
- b) Le volume d'atmosphère explosive est négligeable conformément à l'EN 60079-10-1 et à l'EN 60079-10-2
- c) La zone ne peut être frappée directement par un éclair et les étincelles dangereuses dans la zone sont évitées

➤ La perte consécutive L_x :

Les paramètres de calcul de L_x sont donnés dans l'annexe C de la norme NF EN 62305-2.

La perte consécutive L_x est affectée par l'utilisation assignée à la structure, la présence de personnes, le type de service fourni au public, la valeur des biens affectés par les dommages et les mesures fournies pour limiter le montant des pertes.

La norme propose des formules de calcul des valeurs des pertes L_x dans le tableau ci-dessous en tenant compte du nombre de personne dans la zone (n_z)

Type de dommage	Perte typique
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$

Tableau de perte L_x (L_A à L_Z)

La norme propose des valeurs moyennes de L_T , L_F , L_O selon le type de structure dans le tableau ci-dessous :

Type de dommage	Valeur de perte typique		Type de structure
D1 blessures	L_T	10^{-2}	Tout type
D2 dommages physiques	L_F	10^{-1}	Risque d'explosion
		10^{-1}	Hôpital, hôtel, école, bâtiment civil
		5×10^{-2}	Publique de loisir, église, musée
		2×10^{-2}	Industrielle, commerciale
		10^{-2}	Autres
D3 défaillances de réseaux internes	L_O	10^{-1}	Risque d'explosion
		10^{-2}	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital
		10^{-3}	Autres parties d'hôpitaux

Tableau de perte (L_T , L_F , L_O)

La FAQ Qualifoudre [11] complète le tableau pour d'autres types de structures.

La norme NF EN 62305-2 stipule « Lorsque des dommages sur une structure dus à la foudre impliquent des structures environnantes ou l'environnement (par exemple émissions chimiques ou radioactives), il convient de tenir compte des pertes complémentaires (L_{BE} et L_{VE}) ».

Il s'agit de prendre en considération le risque environnemental hors de la structure (lorsqu'il est connu selon un des cas de la note Qualifoudre sur le coefficient L_{FE} (note 4)), qui peut avoir un effet de pertes de vie humaine (explosion, surpression, flux thermique, fumées toxiques, pollution du sol, pollution de l'eau, matière radioactive).

Ces valeurs de L_{BE} et L_{VE} s'ajoutent respectivement aux valeurs de L_B et L_V .

Pour les explications concernant la prise en compte des paramètres L_{BE} , L_{VE} et L_{FE} , il faut aller voir le paragraphe 5.4.2.4 du présent rapport OMEGA 3.

La norme NF EN 62305-2 précise qu'il ne faut pas dépasser un seuil nommé le risque tolérable R_T de 10^{-5} victimes /an.

Si R_1 calculé dépasse ce risque tolérable alors il faut le ramener sous le seuil des 10^{-5} victimes /an en appliquant des coefficients de réduction à chacune des composantes R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z .

Le coefficient de réduction appliqué (plus ou moins élevé) est lié directement à un niveau de protection, qui va graduellement vers un niveau de plus en plus élevé de protection contre la foudre : IV, III, II, I, I+, I++.

Les coefficients réducteurs (P_B et $P_{PARAFOUDRE}$ et P_{EB}) à appliquer (pour ramener R_1 sous le seuil de 10^{-5}) sont donnés dans l'annexe B de la norme NF EN 62305-2 selon les tableaux ci-dessous, ils font partie de la composante P_x .

Note 4 : Note Qualifoudre-F2C du 10/07/2015 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE <https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

Caractéristiques de la structure	Classe de SPF	P_B
Structure non protégée par SPF	–	1
Structure protégée par SPF	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Structure avec dispositif de capture de SPF I et avec armatures en métal continues ou en béton armé agissant comme réseau de conducteurs de descente naturels		0,01
Structure avec toiture métallique ou avec dispositif de capture, possibilité d'inclure des composants naturels, assurant une protection complète des matériels sur le toit contre les coups de foudre directs et armatures en métal continues ou en béton armé agissant comme réseau de conducteurs de descente naturels		0,001

Tableau P_B (valeurs de probabilité P_B en fonction des mesures de protection pour réduire les dommages physiques)

Niveau de protection	$P_{\text{parafoudre}}$
Pas de parafoudres coordonnés	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 2	0,005 – 0,001

Tableau $P_{\text{parafoudre}}$ (valeur de probabilité $P_{\text{parafoudre}}$ en fonction des niveaux de protection contre la foudre pour lesquels le parafoudre est conçu)

Note 2 : les valeurs de $P_{\text{parafoudre}}$ peuvent être réduites selon les conditions mentionnées dans la norme NF EN 62305-2 [3]

NPF	P_{EB}
Pas de parafoudre	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 3	0,005 – 0,001

Tableau P_{EB} (valeur de probabilité P_{EB} en fonction du niveau de protection foudre NPF pour lequel les parafoudres sont conçus)

Note 3 : les valeurs de P_{EB} peuvent être réduites selon les conditions mentionnées dans la norme NF EN 62305-2 [3]

5.4.2.1 Les données liées à la structure

Les données liées à la structure à étudier, prises en compte dans la méthode de calcul de la norme NF EN 62305-2 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Variable	Désignation	Commentaires
Cd	Facteur d'emplacement	Situation relative du bâtiment (isolé, structure plus grande ou plus petite située à une distance inférieure à 3 fois la hauteur de la structure à étudier) Pondère le nombre de coup de foudre attendu sur la structure. (valeurs possibles : 0,25 ; 0,5 ; 1 et 2)
Ce	Facteur d'environnement de service	Pondère l'affaiblissement électromagnétique du lieu (en zone urbaine, un nombre important d'immeubles d'une vingtaine de mètre atténué d'un rapport 10 l'impulsion électromagnétique de la foudre)
Ct	Facteur de type de service	La présence d'un transformateur à deux enroulements (par exemple HT/BT) à l'entrée d'une structure atténue d'un facteur 5 les perturbations conduites sur la ligne en amont
Ci	Facteur d'installation de service	Pondère de 0,5 en présence d'une ligne enterrée
H	Hauteur de la structure	Après la densité de foudroiement, la hauteur est le paramètre le plus influent pour le calcul de la surface d'exposition au coup de foudre
L	Longueur de la structure	La longueur intervient dans le nombre d'événement attendu sur la structure
L _J	Longueur de la structure connectée à l'extrémité d'un service	La méthode prend en compte les coups de foudre qui frappent les structures reliées électriquement amenant des perturbations conduites dans la structure étudiée
L _L	Longueur de la section du service	La longueur du service (de la ligne ou canalisation pénétrante dans la structure) intervient dans le nombre d'événements attendus sur le service
n	Nombre de services entrant dans la structure	Le nombre de service entrant correspond au nombre de vecteurs susceptibles de faire entrer une perturbation foudre dans la structure. Lorsque plusieurs canalisations ou câbles empruntent le même cheminement, l'ensemble compte pour un service (sinon la surface de capture de la foudre sur le service est anormalement augmentée). La protection éventuellement nécessaire pour le service est valable pour tous les câbles ou canalisations qui constituent le service entrant
Nsg	Densité de point de contact	Nombre de points de contact par km ² /an. Information par commune
Rs	Résistance d'écran par unité de longueur d'un câble	Résistance du blindage du câble (en ohm/km)
W _m	Largeur de maille	Distance moyenne entre les conducteurs qui constituent une protection de type cage maillée. (protection par conducteurs dédiés ou « naturelle »)
W	Largeur de la structure	La largeur intervient dans le nombre d'événement attendu sur la structure
W _J	Largeur de la structure adjacente	La méthode prend en compte les coups de foudre qui frappent les structures reliées électriquement amenant des perturbations conduites dans la structure étudiée.

Tableau 7 : Paramètres de calcul selon la norme NF EN 62305-2 liés à la structure étudiée

5.4.2.2 Les données liées aux protections

Les données liées aux protections mises en place contre la foudre ou à l'immunité intrinsèque des installations aux agressions de la foudre sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Variable	Désignation	Commentaires
K_{ms}	Facteur relatif aux performances des mesures de protection contre l'IEMF	$K_{ms} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4}$
K_{S1}	Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Voir calcul dans l'annexe B de la norme
K_{S2}	Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans internes à la structure	Voir calcul dans l'annexe B de la norme
K_{S3}	Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	<ul style="list-style-type: none"> • Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ($K_{S3} = 1$) • Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille ($K_{S3} = 0,2$) • Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ($K_{S3} = 0,01$) • Câbles blindés et câbles cheminant dans des conduits métalliques (sous conditions – voir la norme) ($K_{S3}=0,0001$)
K_{S4}	Facteur associé à la tension de tenue aux chocs des réseaux à protéger.	$K_{S4} = 1/ U_w$
P_B	Probabilité de mesure de protection SPF	Voir Tableau P_B – coefficient avec un niveau de protection pour réduire les dommages physiques afin que $R1 < 10^{-5}$
$P_{\text{parafoudre}}$	Probabilité de mesure de protection avec parafoudre	Voir Tableau $P_{\text{parafoudre}}$ – coefficient avec un niveau de protection pour réduire les dommages physiques afin que $R1 < 10^{-5}$
r_t	Facteur de réduction associé au type de sol	Résistance de contact : <ul style="list-style-type: none"> • $\leq 1 \text{ k}\Omega$ ($r_t = 10^{-2}$) • $1 \text{ à } 10 \text{ k}\Omega$ ($r_t = 10^{-3}$) • $10 \text{ à } 100 \text{ k}\Omega$ ($r_t = 10^{-4}$) • $\geq 100 \text{ k}\Omega$ ($r_t = 10^{-5}$)
r_p	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions pour réduire à la conséquence du feu	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de disposition ($r_p = 1$) • Une des dispositions suivantes : Extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées ($r_p = 0,5$) • Une des dispositions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> -Installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement ou -Installations d'alarme automatiques (seulement si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est $t < 10 \text{ min.}$) <p>($r_p = 0,2$)</p>

Variable	Désignation	Commentaires
r_f	Facteur de réduction en fonction du risque d'incendie ou d'explosion de la structure	Voir Tableau 12

Tableau 8 : Paramètres de calcul selon la norme NF EN 62305-2 liés aux protections de la structure étudiée

5.4.2.3 Les données liées à l'activité

Les données liées à l'utilisation de la structure et à la présence de personnes dans la zone d'effet d'un accident consécutif à une agression de la foudre sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Variable	Désignation	Commentaires
h_z	Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial	Voir Tableau 11
L_o	Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	Voir Tableau 10
L_t	Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas	Voir Tableau 10
n_z	Nombre de personnes potentiellement en danger dans la zone	Voir §5.4.2.4 - Tableau L _x
n_t	Nombre total de personnes dans la structure	Voir §5.4.2.4 - Tableau L _x
t_z	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux dans la zone	Voir §5.4.2.4 - Tableau L _x

Tableau 9 : Paramètres de calcul selon la norme NF EN 62305-2 liés à l'activité dans la structure étudiée

5.4.2.4 Evaluation du montant des pertes L_x dans une structure

L'annexe C de la norme NF EN 62305-2 [3] permet de définir les valeurs L_x. Cela conduit à estimer la perte relative de vies humaines, a priori, dans la structure impactée.

La norme propose des formules de calcul des valeurs des pertes L_x dans le tableau ci-dessous en tenant compte du nombre de personne dans la zone (n_z)

Type de dommage	Perte typique
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$

Tableau de perte L_x

Les symboles suivants sont utilisés :

- L_T : pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas ;
- L_F : pertes dues aux dommages physique s;
- L_O : pertes dues aux défaillances des réseaux internes.

La façon de définir les valeurs de L_T , L_F et L_O est de retenir les valeurs moyennes type proposées dans le tableau ci-dessous (pour le type de perte L1).

Type de structure	L_T
Tout type – (pour les personnes à l'intérieur des bâtiments)	10^{-2}

Type de structure	L_F
Risque d'explosion	10^{-1}
Hôpitaux, hôtels, école, bâtiments civils	10^{-1}
Publique de loisir, église, musée	5.10^{-2}
Site industriel (cas général, Applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non	2.10^{-2} (note 1)
Site industriel (structure comprenant de nombreux éléments métalliques comme des tuyaux ou des éléments structurels, permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages, applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non	5.10^{-3} (note 1)
Site industriel (structure en béton armé ou avec surface métallique conformément au tableau 3 de la 62305-3) quand le dommage au point d'impact reste limité et ne crée pas de dommage additionnel, applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non	10^{-3} (note 1)

Type de structure	L_O
Structure avec risque d'explosion	10^{-1}
Soins intensifs et salle d'opération d'un hôpital	10^{-2}
Structure avec risque d'explosion : Structure avec risque d'explosion confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non.	10^{-3} (note 1)
Autres parties d'un hôpital	10^{-3}

Tableau 10 : Valeurs moyennes types L_T , L_F et L_O

(Extrait de la norme NF EN 62305-2 et FAQ Qualifoudre [11])

Note 1 : Valeurs nationales retenues en France selon FAQ Qualifoudre [11].

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10

Tableau 11 : Valeurs du facteur h_z augmentant le montant relatif des pertes en présence d'un danger particulier. (Extrait de la norme NF EN 62305-2 : Tableau C.5)

Paramètre L_{FE}

Pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure	L_{FE}
<p>Lorsque des dommages sur une structure dus à la foudre impliquent des structures environnantes ou l'environnement (par exemple émissions chimiques ou radioactives), il convient de tenir compte des pertes complémentaires (L_{BE} et L_{VE}).</p> <p>La note Qualifoudre (note 5) sur le paramètre L_{FE} mentionne :</p> <p>Conformément à l'article C.3 de la EN 62305-2, Ed. du 14/12/2012, le L_{FE} est le pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure. Le calcul de ces pertes est basé sur la connaissance des paramètres : L_{FE} et de t_e ; t_e, est la durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure en utilisant les formules suivantes :</p> $L_{BE} = L_{VE} = r_f \times r_p \times L_{FE} \times t_e / 8\,760$ $L_{CE} = L_{ME} = L_{WE} = L_{ZE} = r_f \times r_p \times (L_{FE}/10) \times t_e / 8\,760$ <p>Les valeurs possibles de L_{FE} et $t_e/8760$ sont précisées dans la note Qualifoudre correspondante.</p> <p>Ces valeurs de L_{BE} et L_{VE} s'ajoutent respectivement aux valeurs de L_B et L_V</p>	<p>Voir Note Qualifoudre sur L_{FE} pour le détail (note validée par le comité de normalisation UF81)</p>

Tableau de perte L_{FE}

Toutes les notes techniques Qualifoudre sont accessibles sur la page internet QUALIFOUDRE INERIS.

Note ⁵ : Note Qualifoudre-F2C du 10 juillet 2015 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE

<https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

Risque	Niveau	r_f	Commentaires
Explosion	Z0, Z20 explosif massif	1	structures contenant des matériaux explosifs solides ou des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la CEI 60079-10 et dans la CEI 61241-10
	Z1, Z21	10^{-1}	
	Z2, Z22	10^{-3}	
Incendie	Elevée	10^{-1}	structures en matériaux combustibles ou les structures dont le toit est en matériaux combustibles ou les structures avec une charge calorifique spécifique supérieure à 800 MJ/m ² .
	Ordinaire	10^{-2}	structures qui ont une charge calorifique comprise entre 800 MJ/m ² et 400 MJ/m ² .
	Faible	10^{-3}	structures qui ont une charge calorifique spécifique inférieure à 400 MJ/m ² ou les structures qui ne contiennent qu'occasionnellement des matériaux combustibles.
Explosion Incendie	Aucun	0	

Tableau 12 : Valeurs du facteur de réduction r_f en fonction du risque d'incendie de la structure
(Extrait norme NF EN 62305-2 Tableau C.5)

Les données d'entrée de l'ARF sont issues de l'étude de danger et des études qui identifient des dommages dans l'installation à protéger. En cas d'absence d'étude, l'exploitant doit définir, avec le bureau d'étude en charge de l'ARF, les paramètres définis ci-dessous :

- h_z : Les dangers particuliers
- r_f : Le risque d'incendie
- n_t : Le nombre total présumé de personnes (dans la zone d'effet à l'intérieur du site)
- n_z : Le nombre de personnes présentes dans une zone
- Durée_expo : La durée annuelle en heures de présence des personnes à un emplacement dangereux (concomitance de la présence d'un danger environnemental identifié par l'exploitant et de présence de personnes dans la zone d'effet)

5.4.3 L'exploitation des calculs

Dans la majorité des cas, les données d'entrée sont considérées comme constantes ou représentatives de la valeur moyenne annuelle.

Les hypothèses retenues correspondent à une situation « normale » pour la structure étudiée. Cela signifie par exemple que le risque d'incendie ne varie pas durant l'année et que la valeur retenue pour l'activité orageuse (moyenne annuelle) est significative pour estimer le nombre d'événements attendus.

Le premier calcul réalisé correspond à l'évaluation du risque sans protection spécifique contre la foudre. Il est utile d'examiner les valeurs des risques élémentaires pour connaître le point faible de l'installation. Cela peut être un risque lié à un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion et conduire à un dommage physique. Dans ce cas, la composante du risque R_B (définition des composantes du risque au paragraphe 5.4.2) est alors plus importante que les autres composantes.

Il faut donc réduire le risque en ajoutant un SPF (système de protection foudre) de niveau suffisant, puis refaire le calcul.

Lorsque la composante R_V (définition des composantes du risque au paragraphe 5.4.2) est prépondérante, une protection des lignes doit être retenue.

Lorsque les dommages attendus suite à une agression par la foudre sont relativement faibles ou lorsque le nombre d'agression attendu de la structure (selon N_{sg}) est faible, alors le résultat du calcul initial du risque foudre R_1 peut être inférieur à 10^{-5} et donc le niveau de protection intrinsèque de la structure est suffisant (une gravité faible et une occurrence faible peuvent donner un risque faible). Il

s'avère dans ce cas qu'aucune protection contre la foudre supplémentaire est alors nécessaire puisque $R1 < 10^{-5}$ dès le calcul initial du risque.

Cependant, il ne faut pas oublier les protections « naturelles » intrinsèque à la structure prises en compte dans le calcul initial (en lien avec le blindage intrinsèque de la structure du bâtiment avec les coefficients K_{S1} et K_{S2}) et la prise en compte du système d'alarme incendie ou du système extinction automatique (avec le coefficient r_p) qui ont pu être intégrés dans le calcul initial du risque pour le réduire; lorsque ces protections sont réduites ou supprimées, le calcul d'ARF doit être revu (ceci doit apparaître dans le rapport d'ARF).

Le besoin de protection définie par l'ARF correspond à l'ensemble des mesures qui permettent de réduire le risque $R1$ à un niveau inférieur au risque tolérable R_T .

5.4.4 La présentation des résultats de l'ARF

La circulaire du 24 avril 2008 précise que l'ARF identifie :

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

L'ARF n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

Les points importants de l'ARF sont :

- La liste précise des dangers pris en compte avec la référence à la source d'information (lien avec l'EDD) ;
- La justification des paramètres les plus importants retenus dans le calcul selon la norme NF EN 62305-2 ;
- La prise en compte des situations occasionnelles lorsqu'elles existent ;
- L'intégration des protections intrinsèques de la structure dans le calcul initial du risque (blindage, structures métalliques, bardages, équipotentialité...) ;
- Une liste associée à un niveau de protection indiquant les structures et les équipements qui nécessitent une protection.

Il se peut que la mission confiée à l'organisme compétent consiste en une ARF sur l'ensemble des installations du site industriel. Il peut s'agir d'une volonté de protéger l'outil de production, de garantir une continuité de service ou encore de limiter le coût de l'agression de la foudre.

Lorsque l'ARF prend en compte des exigences complémentaires à celles de l'arrêté, l'ARF doit comprendre deux parties : les mesures obligatoires et les mesures optionnelles. La première partie sera exigible par l'inspection des installations classées en termes de réduction des risques.

Les mesures de protections obligatoires sont celles nécessaires et suffisantes pour que le risque lié à la foudre soit inférieur au risque tolérable.

Elles peuvent être les protections intrinsèques à la structure (voir § 5.4.2.2) ou des protections spécifiques telles que les paratonnerres et les parafoudres.

Lorsque cela a été retenu dans l'analyse, des mesures organisationnelles doivent être décrites dans une procédure. Généralement, ces mesures visent à réduire la durée des situations à risque : opération à risque différée ou arrêtée lorsque d'un risque d'orage est avéré.

6 Etude technique des protections contre la foudre

6.1 Les objectifs de l'étude technique (ET) et les structures à protéger

Lorsqu'une ARF définit un besoin de réduction du risque foudre et l'efficacité attendue des mesures à prendre, une étude technique (ET) doit être menée.

L'ET définit précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation, ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance (article 19 de l'arrêté du 4 octobre 2010).

De plus, une notice de vérification et de maintenance (NVM) est rédigée lors de l'étude technique.

Les structures à protéger sont celles identifiées par l'ARF. Dans le cadre de l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010, il n'y a pas d'obligation à protéger des structures ou des équipements pour lesquels le besoin n'est pas défini dans l'ARF.

Si lors de l'ET il s'avère qu'une protection non prévue soit nécessaire pour répondre aux exigences de l'arrêté, l'ARF doit être révisée.

Lorsque des protections non obligatoires (voir §5.4.4) sont mises en place pour raison économique (réduction du coût des agressions de la foudre), il n'est pas indispensable de réviser l'ARF.

6.2 Les méthodes

6.2.1 Les normes de protection

La norme **NF EN 62305-2** [3] précise que les mesures de protection ne doivent être considérées comme fiables que si elles satisfont aux exigences des normes applicables :

- **NF EN 62305-3** [4] pour la protection afin de réduire les blessures aux êtres vivants et les dommages physiques dans une structure ;
- **NF EN 62305-4** [6] pour la protection contre les défaillances des réseaux internes (réseaux de puissance et de communication) ;
- **NF C 17-102** [5] pour une protection avec paratonnerre à dispositif d'amorçage PDA utilisé comme dispositif de capture (pour les ICPE, un coefficient de sécurité qui réduit le rayon de 40% doit être appliqué dans tous les cas selon la note Qualifoudre (note 6).

L'arrêté du 4/10/2010 modifié cite les normes ci-dessus, qui permettent de répondre aux exigences de protection contre la foudre des installations industrielles ICPE (exploitation).

Note ⁶ : Note Qualifoudre-F2C du 13/12/2011 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE <https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

En fonction de leur utilisation, les composants de protection contre la foudre doivent être conformes à la série des normes NF EN 62561 : « composants de protection contre la foudre (CPF) » :

- NF EN 62561-1 Composants de protection contre la foudre
Partie 1 : Prescriptions pour les composants de connexion
- NF EN 62561-2 Composants de protection contre la foudre
Partie 2 : Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre
- NF EN 62561-3 Composants de protection contre la foudre
Partie 3 : Prescriptions pour les éclateurs d'isolement
- NF EN 62561-4 Composants de protection contre la foudre
Partie 4 : Prescriptions pour les composants de fixation
- NF EN 62561-5 Composants de protection contre la foudre
Partie 5 : Prescriptions pour les électrodes de terre
- NF EN 62561-6 Composants de protection contre la foudre
Partie 6 : Prescriptions pour les compteurs de coups de foudre
- NF EN 62561-7 Composants de protection contre la foudre
Partie 7 : Prescriptions pour les enrichisseurs de terre
- TS IEC 62561-8 : Composants de protection contre la foudre
Partie 8 : Prescriptions pour les composants isolants

Les parafoudres sont conformes à la série des normes série NF EN 61643.

- NF EN 61643-11 Parafoudres basse-tension- Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution - basse tension - Prescriptions et essais
- NF EN 61643-21 Parafoudres basse-tension – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.
- NF EN 61643-31 Parafoudres basse tension - Partie 31 : parafoudres pour usage spécifique y compris en courant continu - Exigences et méthodes d'essai des parafoudres pour installations photovoltaïques

Les normes IEC 61643-12 (2020), CLC TS 61643-22, IEC 61643-32 peuvent également être prises en compte dans la mesure où une protection n'est efficace que quand elle est conforme à sa norme et qu'elle est correctement sélectionnées et installée.

En ce qui concerne les parafoudres pour réseau d'alimentation alternatif basse tension, la norme NFC 15-100-1 de 2024 est cohérente avec la norme internationale IEC 60364 qui elle-même est basée sur la norme IEC 61643-12. Son utilisation peut donc suffire à garantir la bonne installation des parafoudres. Elle donne également des indications sur l'utilisation des parafoudres télécom.

6.2.2 Les moyens de prévention

En complément des systèmes de protection, des moyens de prévention tels que des matériels de détection d'orage ou un service d'alerte d'activité orageuse conforme à la norme NF EN IEC 62793 peuvent être définis.

Les moyens de prévention sont intégrés dans les procédures d'exploitation de l'installation.

6.3 Les systèmes de protection foudre

Ce paragraphe reprend quelques recommandations de la norme NF EN 62305-3 et de la norme NF C 17102. Il a pour objectif de montrer quelques mesures qui illustrent ce qu'est une protection contre la foudre.

Les caractéristiques d'un système de protection foudre (SPF) sont déterminées par les caractéristiques de la structure à protéger et par les niveaux de protection à prendre en compte.

Quatre types de SPF (I à IV) sont définis correspondant aux niveaux de protection définis dans la norme NF EN 62305-1.

Niveau de protection issu de l'ARF	Types de SPF	Efficacité de la protection
IV	IV	80 %
III	III	90 %
II	II	95 %
I	I	98 %
I+	I _(note 1)	99 %
I++	I _(note 2)	99,9 %

Tableau 13 : Correspondance entre les niveaux de protection et les types de SPF

Note 1 Structure avec dispositif de capture de niveau I et avec armatures continues en métal ou en béton armé agissant comme descentes naturelles

Note 2 Structure avec toiture métallique ou avec dispositif de capture, possibilité d'inclure des composants naturels, assurant une protection complète des matériels sur le toit contre les coups de foudre directs, et armatures continues en métal ou en béton armé agissant comme descentes naturelles

Les paragraphes ci-après présentent les principaux éléments à prendre en compte lors de la définition d'un système de protection contre la foudre.

6.3.1 Les paramètres de la foudre et le rayon de la sphère fictive (selon NF EN 62305-3)

La sphère fictive s'applique uniquement pour le positionnement des paratonnerres tiges simples selon la norme NF EN 62305-3

Niveau de protection issu de l'ARF	Courant crête maximal ($I_{c_{max}}$)	Courant crête minimal ($I_{c_{min}}$)	Rayon de la sphère fictive (r)
IV	100 kA	16 kA	60 m
III	100 kA	10 kA	45 m
II	150 kA	5 kA	30 m
I	200 kA	3 kA	20 m

Tableau 14 : Valeurs des courants crêtes de la foudre

$$r = 10 I_{c_{min}}^{0,65}$$

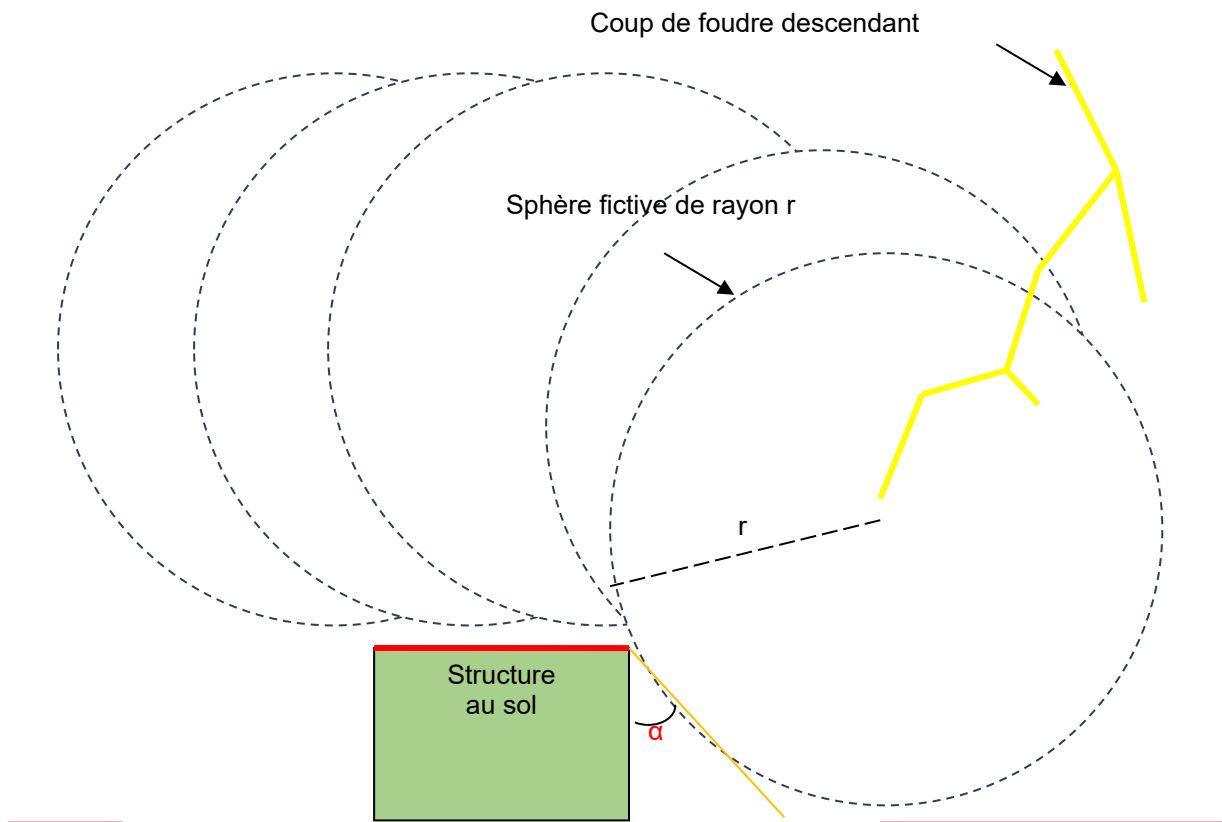


Figure 10 : Sphère fictive

Remarques : la valeur de α est indiquée à la Figure 12.

En représentant la sphère fictive de rayon r sur un plan de la structure en élévation, les points de contact de la sphère avec le sol ou avec les objets au sol sont les points préférentiels d'impact de la foudre (lieux des points représentés par la ligne rouge sur la figure ci-dessus).

6.3.2 Taille des mailles et angle de protection (selon NF EN 62305-3)

Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles (W)	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20m x 20m	20 m
III	15m x 15m	15 m
II	10m x 10m	10 m
I	5m x 5m	10 m

Tableau 15 : Taille des mailles et des distances entre les conducteurs de descente

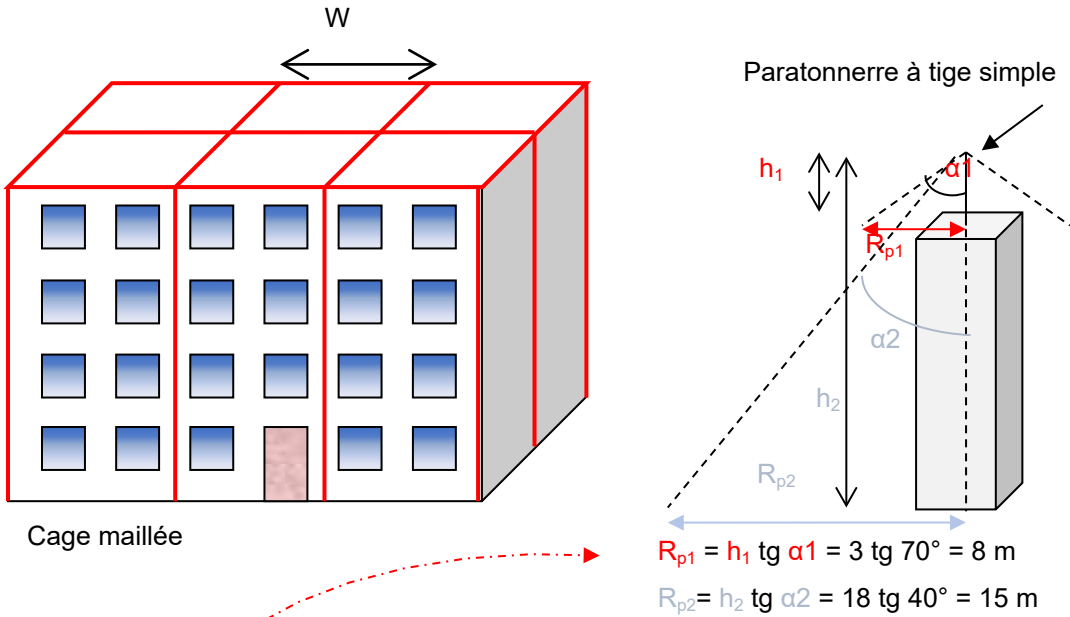


Figure 11 : Exemple de SPF de niveau II : Cage maillée et paratonnerre à tige simple

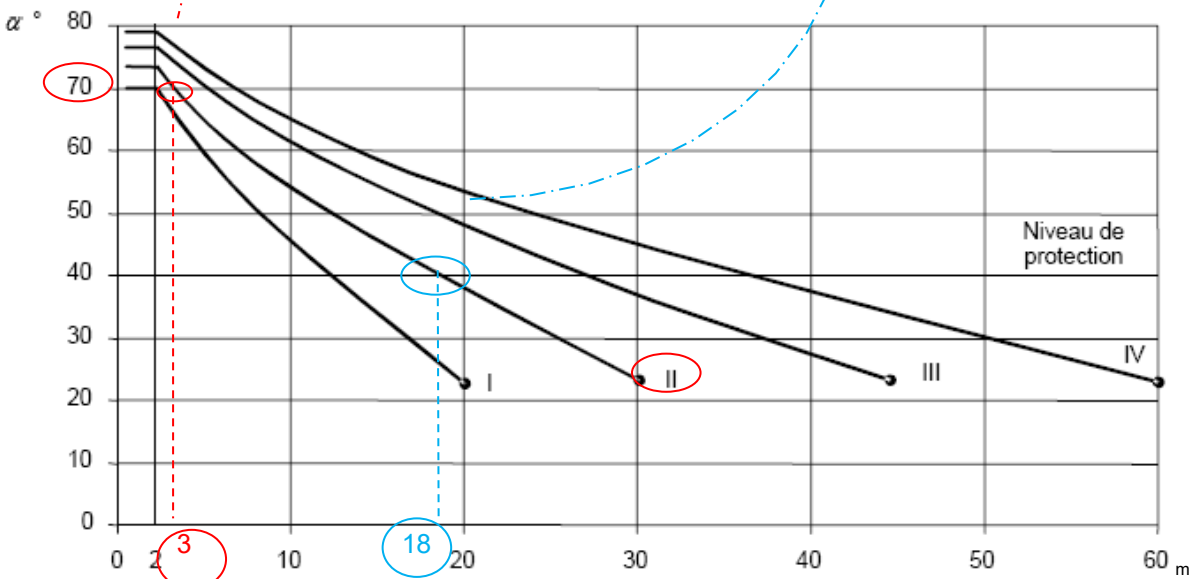


Figure 12 : Valeurs de l'angle de protection α

Le positionnement des paratonnerres tiges simples selon la méthode de l'angle alpha est défini dans la norme NF EN 62305-3.

6.3.3 Distances de séparation pour éviter les étincelles dangereuses

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou les conducteurs de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les systèmes intérieurs peut être réalisée par une **distance entre les parties plus grande que la distance de séparation s**.

$$s = \frac{k_i \cdot k_c}{k_m} \cdot L$$

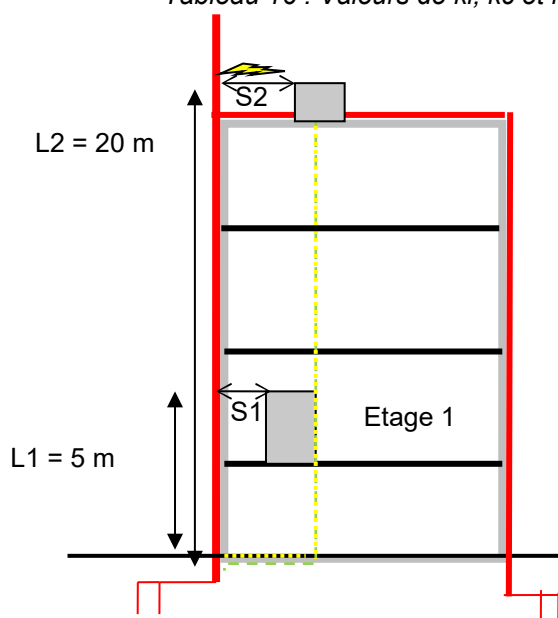
avec :

- ki dépend du niveau de protection ;
- kc dépend du courant de foudre s'écoulant dans les conducteurs de descente (change selon NF EN 62305-3 et NF C 17102) ;
- km 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.

Selon NF EN 62305-3 (PTS) et NF C 17102 (PDA)

Niveau de protection Issu de l'ARF	ki	Nombre de conducteur de descente (n)	kc (valeur simplifiée) (avec terre de type A de valeurs semblables)	Matériau	km
IV	0,04	1	1	Air	1
III	0,04	2	kc=0,66 (PTS) kc=0,75 (PDA)	Béton, bois	0,5
II	0,06	3	kc=0,44 (PTS) kc=0,6 (PDA)		
I	0,08	4 et plus	kc=0,44 (PTS) kc=0,41 (PDA)		

Tableau 16 : Valeurs de ki, kc et km pour le calcul de la distance de séparation



$$s1 = \frac{0,06 \cdot 0,75}{0,5} \times 5 = 0,45 \text{ m}$$

A l'étage 1, il n'y a pas de risque d'étincelage entre le conducteur de descente du paratonnerre et le matériel métallique (relié à la terre électrique) derrière un mur en brique de 20 cm et espacé de 30 cm, soit un écartement de 50 cm.

$$s2 = \frac{0,06 \cdot 0,75}{1} \times 20 = 0,90 \text{ m}$$

En terrasse, il n'y a pas de risque d'étincelage entre le conducteur de descente du paratonnerre et le matériel métallique (relié à la terre électrique) si l'écartement est supérieur à 0,9 m.

Figure 13 : Illustration du calcul de distances de séparation (Niveau de protection II avec un PDA connecté à 2 conducteurs de descente)

6.3.4 Longueurs minimales des prises de terre

Pour les prises de terre (selon la norme NF EN 62305-3), il existe 2 types : la disposition de type A (ou disposition en pattes d'oie) et la disposition de type B (ou disposition en fond de fouille).

La règle est d'appliquer les longueurs d'électrodes de terre spécifiées dans l'abaque ci-dessous (figure 14) sauf si la résistance de la prise de terre est inférieure à 10 ohm.

- A. La **disposition A** (ou disposition en pattes d'oie) comporte des électrodes de terre horizontales ou verticales, installées à l'extérieur de la structure à protéger, connectées à chacune des descentes.

Si la valeur de la résistance de la prise de terre est supérieure à 10 ohm, alors il faut appliquer les longueurs d'électrodes de terre du graphique ci-dessous.

La longueur minimale de chaque électrode de terre est de $L1$ lorsque l'électrode est horizontale ou de $0,5 L1$ lorsqu'elle est verticale ou inclinée.

Le **nombre minimal d'électrodes** de terre doit être de **deux**.

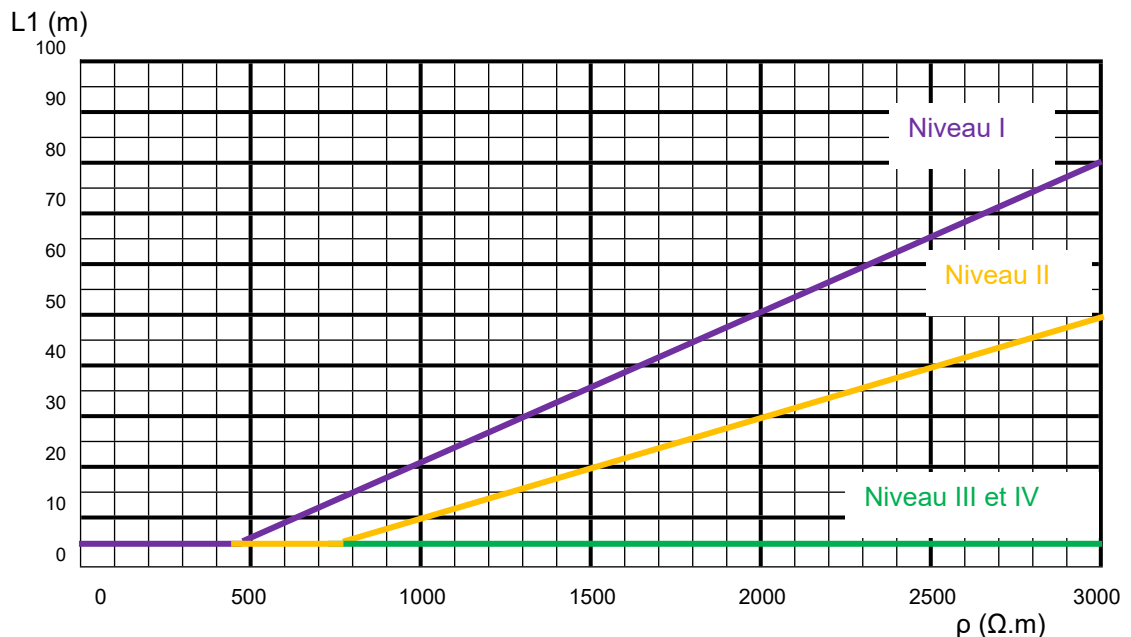


Figure 14 : Longueur minimale $L1$ de chaque prise de terre, en fonction des niveaux de SPF et de la résistivité du sol

Les longueurs minimales de chaque électrode ($L1$) telles qu'indiquées à la figure ci-dessus 2 peuvent ne pas être considérées, **si la valeur** de résistance de la prise de terre est **inférieure à 10 ohms** (Il n'y a pas de valeur de résistance maximale pour une prise de terre à condition de respecter les longueurs minimales d'électrodes).

- B. La **disposition B** (ou disposition en fond de fouille) comporte, soit une **boucle extérieure** à la structure à protéger, en contact avec le sol sur au moins 80 % de sa longueur, soit une **boucle à fond de fouille**. Ces prises de terre peuvent aussi être maillées.

Pour une prise de terre en boucle (ou une prise de terre à fond de fouille), le rayon géométrique moyen r_e de la surface intéressée par la prise de terre ne doit pas être inférieur à la valeur de $L1$ (voir figure page précédente) :

$$r_e > L1$$

Lorsque la valeur prescrite de $L1$ est supérieure à la valeur appropriée de r_e , des conducteurs radiaux ou verticaux (ou inclinés) supplémentaires doivent être rajoutés ; les longueurs L_r (horizontale) et L_v (verticale) sont obtenues à l'aide des formules suivantes :

$$L_r = L1 - r_e$$
$$\text{et } L_v = (L1 - r_e)/2$$

Dans la roche vive nue, seule la disposition B est recommandée.

Pour des structures avec systèmes électroniques ou à **risque d'incendie élevé** (voir paragraphe ARF), une **disposition B est préférée**.

Les armatures d'acier interconnectées du béton ou d'autres structures métalliques souterraines **peuvent être utilisées comme prises de terre** naturelles, sous réserve de respecter les sections indiquées dans la norme NF EN 62305-3 (exemples 50 mm² de cuivre ou 75 mm² d'acier).

Concernant les exigences des prises de terre avec une protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage PDA (selon la norme NF C 17102), les exigences de longueurs d'électrodes de terre dans le sol sont plus strictes que la norme NF EN 62305-3, elles sont explicitées dans le § 6.3.7 du présent rapport.

6.3.5 Liaisons équipotentielle de foudre

L'équipotentialité est réalisée par l'interconnexion de l'installation extérieure de protection contre la foudre avec :

- L'ossature métallique de la structure,
- Les installations métalliques,
- Les systèmes intérieurs,
- Les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure.

Les moyens d'interconnexion peuvent être :

- Les conducteurs d'équipotentialité, si une continuité naturelle n'est pas obtenue ;
- Les parafoudres (de type 1 et de type 2) ou éclateur d'isolement, si les conducteurs d'équipotentialité ne sont pas réalisables.

Les parafoudres de type 1 sont habituellement dans les tableaux électriques généraux TGBT et les parafoudres de type 2 dans les tableaux divisionnaires TD.

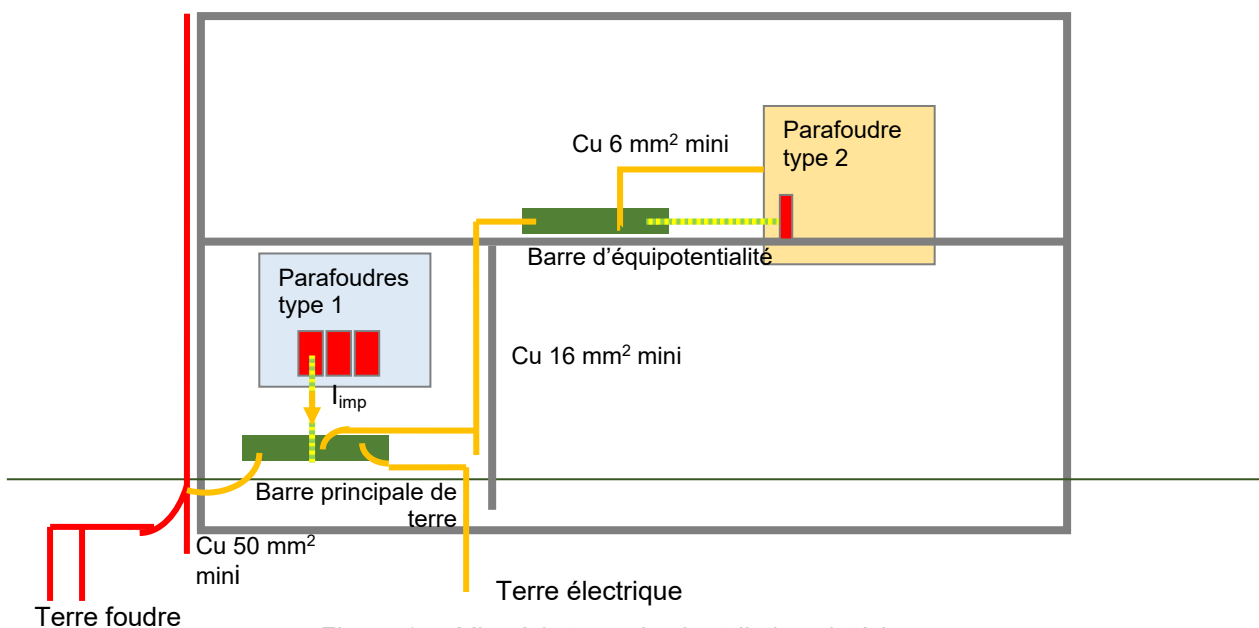


Figure 15 : Mise à la terre des installations intérieures

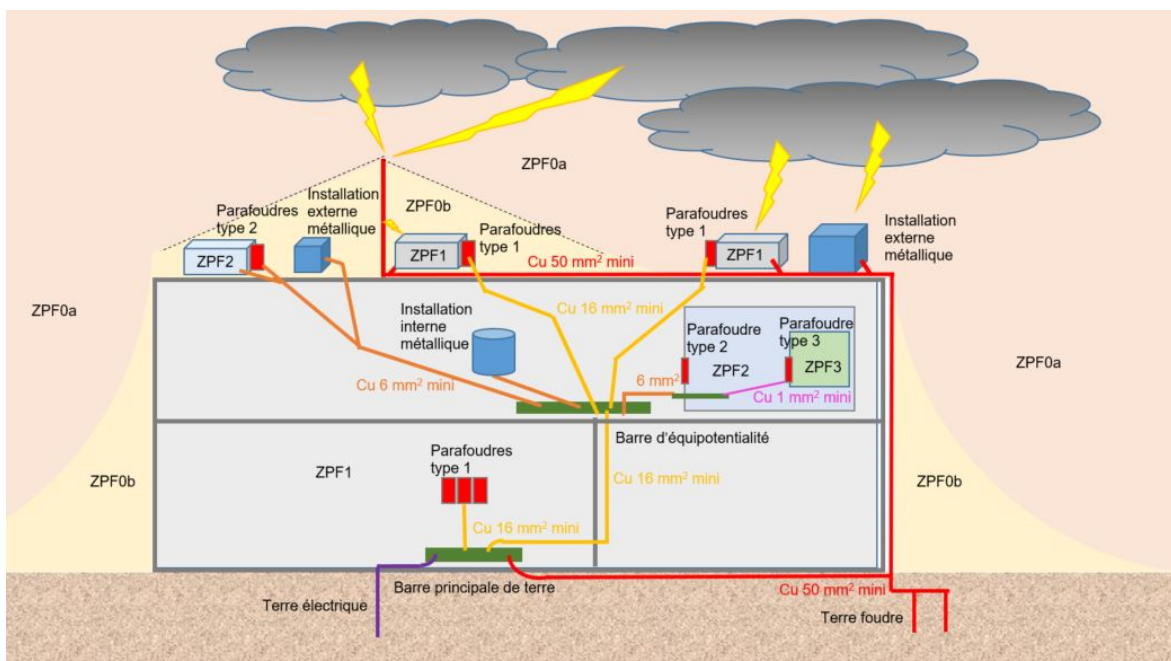


Figure avec les sections (en mm²) des différents conducteurs de terre

Les valeurs des sections des conducteurs de terre des parafoudres sont mentionnées dans la norme NF EN 62305-4 et la FAQ Qualifoudre en vigueur.

Élément d'équipotentialité		Matériau ^a	Section ^b mm ²
Barres d'équipotentialité (cuivre, acier à revêtement en cuivre ou acier galvanisé)		Cu, Fe	50
Conducteurs de connexion entre les barres d'équipotentialité et la prise de terre ou entre les autres barres d'équipotentialité (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre)		Cu	16
		Al	25
		Fe	50
Conducteurs de connexion entre les installations internes métalliques et les barres d'équipotentialité (transportant un courant de foudre partiel)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Conducteurs de mise à la terre avec le parafoudre (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre) ^c	Classe I	Cu	16
	Classe II		6
	Classe III		1
	Autres parafoudres ^d		1

Tableau 17 Section (en mm²) des conducteurs d'équipotentialité

6.3.6 Protection par parafoudre

Les parafoudres de type 1 doivent avoir les caractéristiques suivantes :

Le parafoudre de type 1 (caractérisé par une onde de courant 10/350 µs) est recommandé par la norme NF C 15-100-1 lorsque la structure comprend un SPF (par exemple un paratonnerre).

Selon la formule de la FAQ Qualifoudre, le calcul du courant I_{lim} est le suivant :

	Niveau de protection I	Niveau de protection II	Niveau de protection III-IV
Intensité I_{max} (kA)	200	150	100

Tableau de l'intensité I_{max}

Formule du courant impulsionnel (I_{imp})

$$I_{imp} = \frac{I_{max}}{2} \times \frac{1}{n \times m}$$

Avec m : nombre de chemins (lignes électriques, canalisations métalliques entrantes)

n : nombre de pôles (de la ligne électrique à protéger par parafoudre)

La quantité du courant I_{lim} est canalisée vers la prise de terre par plusieurs parafoudres (plusieurs pôles sont protégés)

Des informations complémentaires concernant la coordination des parafoudres sont fournis dans les § 7.3.1 et 7.3.2 du présent rapport OMEGA 3.

6.3.7 Protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage PDA (selon NF C 17102)

Un paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA) se compose :

- d'une pointe caprice,
- d'un dispositif d'amorçage,
- d'un élément de fixation et d'une connexion aux conducteurs de descente.

La zone protégée par un PDA est déterminée en fonction de son efficacité Δt .

Il convient que le PDA soit, de préférence, installé au niveau de la partie la plus élevée de la structure. Il doit constituer le point le plus élevé de la zone à protéger.

Le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée.

La valeur maximum admissible de ΔT est de 60 µs, même lorsque la valeur des résultats de l'essai est supérieure.

La formule du rayon de protection R_p (selon la norme NF C 17102) est la suivante :

Le rayon de protection R_p d'un PDA est lié à sa hauteur h par rapport à la surface à protéger, à son efficacité et au niveau de protection sélectionné (I ou II ou III ou IV).

$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \quad \text{pour } h \geq 5 \text{ m}$$

et

$$R_p = h \times R_p(5) / 5 \quad \text{pour } 2 \text{ m} \leq h \leq 5 \text{ m}$$

où :

$R_p(h)$ (m) correspond au rayon de protection à une hauteur h donnée ;

h (m) correspond à la hauteur de l'extrémité du PDA sur le plan horizontal jusqu'au point le plus éloigné de l'objet à protéger ;

r (m) 20 m pour le niveau de protection I ;
30 m pour le niveau de protection II ;
45 m pour le niveau de protection III ;
60 m pour le niveau de protection IV ;

Δ (m) $\Delta = \Delta T \times 10^6$
L'expérience sur le terrain montre que Δ est égal à l'efficacité obtenue pendant les essais d'évaluation du PDA.

Cette valeur calculée du rayon de protection R_p doit être réduite de 40 % dans le cas des bâtiments ICPE soumis à l'arrêté du 4/10/2010 modifié selon la note Qualifoudre (note 7).

Les résistances des prises de terre des PDA doivent être inférieures à 10 ohm dans la mesure du possible selon la norme NF C 17102.

Si malgré les efforts de l'installateur (selon les exigences de la norme NF C 17102), la résistance obtenue reste supérieure à 10 ohm (dans un sol très résistif), alors il est possible d'utiliser (au pied de chaque conducteur de descentes) des électrodes de terre dans le sol avec une longueur de 160 m (pour le niveau de protection I) et une longueur de 100 m (pour les niveaux de protection II, III, IV). Un mixte d'électrodes horizontales et de piquets verticaux est possible (la longueur des piquets verticaux compte double pour atteindre les exigences).

6.3.8 Epaisseur minimale des tôles et des canalisations des dispositifs de capture

Des parties de structures peuvent être considérées comme dispositifs de capture "naturels" et constituer des parties du SPF. Elles doivent cependant répondre à certaines conditions décrites dans la norme NF EN 62305-3 (§5.2.5). Ces parties peuvent être :

- a) Les tôles métalliques (brasées, soudées, serties, vissées ou boulonnées) d'épaisseur suffisantes recouvrant la structure à protéger (acier 4 mm, ou 0,5 mm s'il n'est pas nécessaire de protéger contre les problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation) ;
- b) Les éléments métalliques de construction du toit (fermes, armatures d'acier interconnectées recouverts de matériaux non métalliques ;
- c) Les parties métalliques du type gouttières, décorations, rambardes ;
- d) Les tuyaux et réservoirs métalliques sur la toiture ;
- e) Les tuyaux et réservoirs métalliques de mélanges combustibles et explosifs.

Les canalisations écouant des mélanges combustibles ou explosifs ne doivent pas être considérées comme des dispositifs de capture si leur épaisseur ne permet pas de garantir qu'il n'y aura pas de percement ni d'échauffement excessif dans la canalisation ou si le joint des brides n'est pas métallique ou si les brides ne sont pas connectées entre elles de façon appropriée.

6.3.9 Matériaux des SPF et les conditions d'utilisation

Les éléments suivants de la structure peuvent être considérés comme des descentes "naturelles" :

Note ⁷ : Note Qualifoudre-F2C du 13/12/2011 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE <https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

- a) Les installations métalliques dont la continuité électrique entre les différents éléments soit réalisée de façon durable et de section suffisante, (Les installations métalliques peuvent être revêtues de matériau isolant) ;
- b) L'ossature métallique de la structure présentant une continuité électrique ;
- c) Les armatures armées en acier interconnectées de la structure en béton ;
- d) Les éléments de façade, profilés et supports des façades métalliques d'épaisseur moins égale à 0,5 mm et de section suffisante (la continuité électrique dans le sens vertical soit conforme aux exigences de 5.5.2 de la norme).

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Tableau 18 : Exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente (extrait de la norme NF EN 62305-3)

Matériau	Configuration	Dimensions minimales	
		Electrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	Ø 15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	Ø 20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	Ø 16 mm	Ø 10 mm
	Tube galvanisé	Ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	Ø 15 mm	Ø 10 mm

Tableau 19 : Exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre (extrait de la norme NF EN 62305-3)

6.4 La présentation des résultats de l'ET

La circulaire du 24 avril 2008 précise que l'ET identifie :

- Le type (cage maillée, paratonnerre à tige, composant naturel de protection...) et les caractéristiques du système de protection contre les chocs de foudre direct ainsi que son positionnement (y compris le positionnement des conducteurs de descente et des prises de terre) ;
- Les liaisons d'équipotentialité à mettre en place entre le système de protection foudre et les lignes et canalisations conductrices ;
- Le nombre, la localisation, les caractéristiques et le dimensionnement en courant des parafoudres à mettre en place ;
- Les moyens de protection complémentaires (blindage de câble, blindage de locaux, cheminement des câbles...).

Les protections sont définies en conformité aux normes NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4.

Les parafoudres sont conformes à la série des normes NF EN 61643.

En complément des systèmes de protection, des moyens de prévention tels que des matériels de détection d'orage ou un service d'alerte d'activité orageuse peuvent être définis (si conformes à NF EN IEC 62793).

Les moyens de prévention sont intégrés dans les procédures d'exploitation de l'installation.

Les points importants qui montrent que l'ET est pertinente sont :

- L'ET rappelle les objectifs fixés par l'ARF (la liste des structures et des équipements à protéger avec le niveau de protection associé) ;
- La recherche de l'optimisation de la protection en prenant en compte les éléments naturels éventuellement présents dans la définition des protections et le coût de maintenance et de vérification des protections ;
- Le calcul des distances de séparation à chaque niveau (étage) de la structure ;
- Le calcul des caractéristiques des parafoudres (en tension et en courant) ;
- La réalisation d'un cahier des charges suffisamment précis pour une consultation des sociétés d'installation de protection.

Le fait que le rédacteur et le vérificateur de l'ET disposent d'une attestation individuelle de compétence (et, par conséquent, que cela soit explicitement indiqué dans le document) est un indice qui montre que l'organisme compétent en charge de l'ET met à disposition de l'exploitant les ressources nécessaires à une bonne réalisation de la mission (voir les exigences de qualification du personnel selon l'article 17 de l'arrêté du 4/10/2010 modifié).

Il se peut que la mission confiée à l'organisme compétent consiste en une ET sur l'ensemble des installations du site industriel. Il peut s'agir d'une volonté de protéger l'outil de production, de garantir une continuité de service ou encore de limiter le coût de l'agression de la foudre.

Il arrive également que, par manque d'information sur les exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010, l'exploitant pense que l'ensemble des bâtiments du site industriel doit faire l'objet d'un calcul selon la norme NF EN 62305-2 [3]. Il appartient au responsable de la mission d'ARF d'informer l'exploitant des exigences réglementaires.

6.5 La notice de vérification et de maintenance (NVM)

La notice de vérification et de maintenance est indispensable pour réaliser les vérifications (initiale et périodique). La norme NF EN 62305-4 [6] précise qu'un guide de vérification doit contenir suffisamment d'informations pour aider le vérificateur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes de mesures et l'enregistrement des résultats.

Le rôle de la notice est de préciser au vérificateur les informations nécessaires à sa mission : Quelles sont les protections à vérifier ? Où sont-elles localisées ? Faut-il un équipement particulier pour réaliser la vérification (indispensable pour la vérification de certain paratonnerre et parafoudres) ?

Le contenu de la notice NVM est décrit dans une note conjointe Qualifoudre-F2C du 6/12/2013 (note 8).

La notice comprend au minimum trois parties :

1. La **liste des protections** contre la foudre. Elle reprend de manière exhaustive les mesures de protection définies dans l'étude technique, y compris les liaisons d'équipotentialité ;
2. La **localisation des protections** (Les protections sont repérées sur un plan tenu à jour ou tout autre moyen adapté comme par exemples des photos ou des références de tableaux électriques) ;
3. Les **notices de vérification** des différents types de protection. Elles indiquent :
 - ✓ Les méthodes de vérification des différents types de protections ;
 - ✓ Les équipements particuliers éventuellement nécessaires pour procéder à la vérification ;
 - ✓ Les critères de conformité des protections par rapport aux normes à appliquer ou à défaut, des indications du fabricant de la protection.

Les notices peuvent préciser les informations complémentaires comme les conditions particulières

Note ⁸ : Note Qualifoudre-F2C du 6/12/2013 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE <https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

d'accès aux protections (accès limité dans les zones dangereuses). Elles proposent parfois des fiches de vérifications pré-remplies qui permettent un diagnostic rapide et clair de l'état de la protection.

Lors de la rédaction de l'ET, la notice NVM est généralement rédigée de façon générique (donc incomplète) dans la mesure où au moment de l'élaboration de l'ET les marques des produits qui seront installés par l'installateur ne sont pas connus. En fonction des produits utilisés (par exemples les PDA), les moyens de test diffèrent.

L'ET peut également proposer par simplification une valeur de résistance de moins de 10 ohms alors que l'installateur va optimiser son installation en utilisant l'abaque donnant la longueur de conducteur enterré en fonction de la résistivité du sol (cas d'une prise de terre de Type A selon NF EN 62305-3). Dans ce cas, la notice NVM va demander une mesure de la résistance de terre inférieur à 10 ohm alors qu'il faudra, après installation, vérifier la longueur de conducteur enterré dans le cas où $R > 10$ ohm (selon les exigences normatives).

Ces deux exemples, montrent que très souvent, la notice NVM devra être mise à jour sur la base du dossier d'installation DOE (voir § 7.4) de l'installateur avant la réalisation de la vérification initiale.

7 Installation du système de protection contre la foudre

7.1 Les objectifs de l'installation du SPF

L'objectif principal de l'installation du Système de Protection contre la Foudre (SPF) est de mettre en place une protection globale contre la foudre de sorte à réduire le risque pour la structure protégée à un niveau fixé par l'ARF.

Pour cela, il convient d'installer conformément aux normes les protections définies dans l'ET.

Un autre objectif de l'installation est de garantir le bon fonctionnement de la protection. En effet, l'efficacité des protections contre la foudre est liée pour une partie importante à la bonne installation des produits. Ainsi, la longueur, le cheminement, et l'environnement immédiat des câbles de connexion des produits interviennent dans l'efficacité de la protection. C'est la raison pour laquelle, la norme NF EN 62305-3 précise que *pour être un concepteur/installateur spécialisé, il est nécessaire de connaître les normes et d'avoir plusieurs années d'expérience*. Pour s'en assurer, l'arrêté du 4 octobre 2010 impose que l'installateur doit être reconnu compétent selon le référentiel Qualifoudre en vigueur (voir §4.5 du rapport OMEGA 3).

7.2 Les moyens à mettre en œuvre

7.2.1 Rôle de l'installateur

Il y a quelques années, de nombreux installateurs de protection contre la foudre étaient spécialisés dans l'installation de paratonnerre sur les toitures ou de parafoudres dans les armoires électriques. Avec l'approche globale de la protection, les installateurs proposent désormais systématiquement la protection complète telle qu'elle est définie dans l'ET.

Avec une ET suffisamment précise, il n'y a pas de variante proposée par l'installateur. Il se peut qu'une installation ne puisse être réalisée selon l'ET (impossibilité de réaliser une prise de terre à l'endroit indiqué, modification du cheminement pour optimiser les distances de séparation...). Lorsque des modifications importantes sont proposées par l'installateur (modification du nombre de descente ou du lieu du dispositif de capture par exemple), l'ET doit être révisée.

La norme NF EN 62305-3 précise que les fonctions de concepteur/installateur de SPF peuvent être cumulées par la même personne.

Dans tous les cas, **il ne faut jamais réaliser l'étape d'installation à partir d'une ARF sans ET**. Il ne serait alors pas possible de vérifier que la protection réduit le risque au niveau attendu. Il faut retenir que si l'ARF retient les protections existantes, ces dernières doivent être conformes aux normes NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4 comme l'exige la norme NF EN 62305-2 **[3]** (voir la note à la Figure 9).

7.2.2 Protection des structures

Les normes NF C 17102, NF EN 62305-3 et 4 contiennent de nombreuses annexes illustrées qui décrivent précisément les dispositions possibles pour l'installation des protections.

L'installateur doit maîtriser les modes opératoires de l'installation extérieure (IEPF) et l'installation intérieure (IIPF).

Concernant la protection extérieure, qui protège la structure, l'installateur doit appliquer les exigences de l'ET, qui doit mentionner les protections parmi les suivantes : PTS, PDA, cages maillées, fils tendus, composantes naturelles.

Les bureaux de contrôles (bureaux d'études ARF, ET, vérification) ne sont pas des installateurs, donc le référentiel F2C ne couvre pas la notion d'installation. Seul le référentiel Qualifoudre inclut la certification des installateurs de systèmes de protection contre la foudre.

En étant certifié QUALIFOUDRE, l'installateur s'engage à installer des composants de protection contre la foudre conformes aux normes en vigueur (NF C 17102, série NF EN IEC 62561, série NF EN IEC 61643).

Les paratonnerres à sources radioactives (interdit sur les sites ICPE conformément à la circulaire de 2008) doivent être déposés par de sociétés certifiées par l'ASN. Si l'installateur n'est pas habilité par l'ASN, il ne peut pas les déposer lui-même.

Les paratonnerres à sources radioactives doivent être déposés depuis le 1er janvier 2012. En application de l'article L.1333-4 du code de la santé publique et de l'article 3-6-g de la loi N°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, *c'est l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) qui délivre l'autorisation d'effectuer la dépose, le démontage et le conditionnement en fût de paratonnerres radioactifs et d'entreposer des paratonnerres radioactifs en vue de leur mise au rebut.*

Si des paratonnerres à dispositif d'amorçage PDA sont utilisés comme dispositif de capture, le rayon de protection maximal qui peut être retenu est celui calculé selon la norme NF C 17-102 réduit de 40% en application de la note technique conjointe Qualifoudre-F2C du 13/12/2011 (note 9).

Concernant les prises de terre, l'installateur doit être vigilant car les exigences selon la norme NF EN 62305-3 et la norme NF C 17102 ne sont pas les mêmes.

La valeur de 10 ohms de résistance R des prises de terre doit être respectée dans la mesure du possible néanmoins elle n'est pas une limite à ne pas dépasser, il faut alors garantir des longueurs d'électrodes dans le sol selon les exigences des normes NF EN 62305-3. Pour les PDA, selon la norme NF C 17102 en niveau de protection I, la longueur des prises de terre doit atteindre 160 m (100 m pour les niveaux II, III et IV) au pied de chaque conducteur de descente si $R > 10$ ohm, mais ceci ne peut être utilisé que lorsque les autres méthodes demandées dans la norme ont échoué.

L'installateur doit rédiger un dossier d'installation DOE dont le contenu minimal est défini dans la FAQ Qualifoudre et dans le §7.4 du présent rapport OMEGA 3.

7.3 Protection des équipements

7.3.1 Réduction de l'impulsion électromagnétique foudre

Les réseaux de puissance et de communication sont mis en danger par l'impulsion électromagnétique de foudre (IEMF). C'est pourquoi des mesures de protection contre l'IEMF doivent être prévues pour éviter des défaillances des réseaux internes.

La protection contre l'IEMF se fonde sur le concept de zone de protection contre la foudre (ZPF). Ces zones sont théoriquement des volumes spécifiés de sévérités IEMF compatibles avec leur niveau d'immunité.

Note ⁹ : Note Qualifoudre-F2C du 13/12/2011 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE <https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

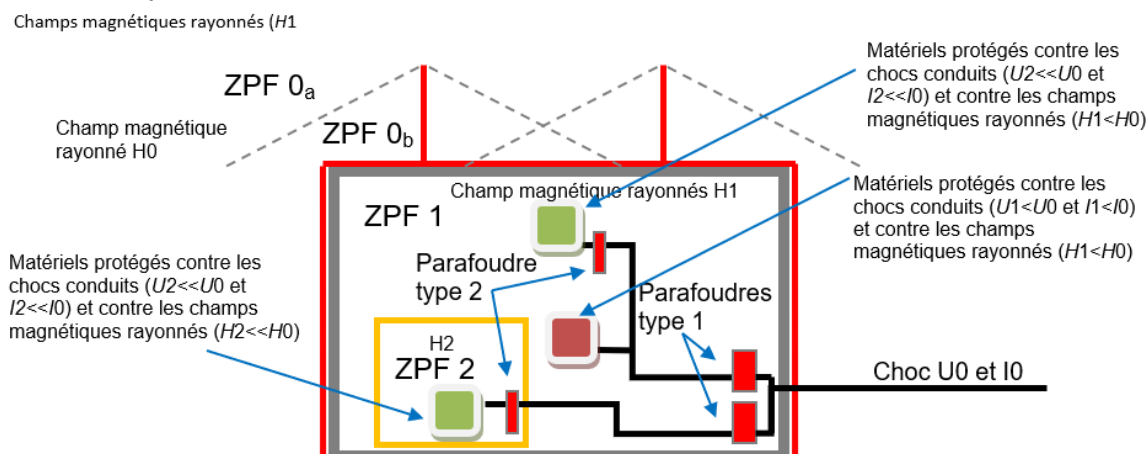


Figure 16 : Ecrans spatiaux et une protection coordonnée par parafoudres

- ZPF 0A** Zone mise en danger par des coups de foudre directs par des chocs sous le courant plein ou partiel de foudre et par le champ magnétique total de foudre
- ZPF 0B** Zone protégée contre les coups de foudre directs. Zone mise en danger par des coups de foudre directs par des chocs sous le courant partiel de foudre et par le champ magnétique total de foudre
- ZPF 1** Zone où les chocs sont limités par le partage du courant et par des parafoudres aux frontières. Le champ électromagnétique de foudre peut être atténué par un écran spatial
- ZPF2...n** Zone où les chocs peuvent être très limités par le partage du courant et par des parafoudres aux frontières. Le champ électromagnétique de foudre est généralement atténué par un écran spatial additionnel

Lorsqu'une ZPF est définie, **une équipotentialité des parties métalliques et des services** (canalisations métalliques, réseaux de puissance et de communication) **doit être réalisée en pénétrant la frontière de la ZPF**.

Les câbles écrantés ou les conduits métalliques, mis à la terre à chaque extrémité de la ZPF, peuvent être utilisés pour l'interconnexion de plusieurs ZPF proches de même niveau ou pour étendre une ZPF. Il faut alors respecter les règles rappelées dans la FAQ.

Les parafoudres d'équipotentialité (type 1) sont toujours prescrits au point d'entrée dans la ZPF afin de connecter les lignes des réseaux internes entrants dans la ZPF. Le nombre de parafoudres peut être réduit en utilisant des ZPF interconnectées ou étendues.

Les parafoudres coordonnés réduisent les effets des chocs extérieurs et internes.

Il est recommandé que la mise à la terre et les équipotentialités soient toujours assurées, particulièrement pour les services entrants conducteurs directement ou indirectement avec des parafoudres au point de pénétration.

Il faut retenir qu'une équipotentialité par parafoudre de type 1 ne protégera que contre l'étincelage, limitant ainsi le risque d'amorçage et donc d'incendie dans les armoires électriques. La protection des réseaux internes contre les chocs nécessite une protection coordonnée par parafoudres (parafoudre de type 1 puis parafoudre de type 2).

7.3.2 Parafoudres coordonnés

Selon la norme NF EN 62305-4 (2012) en vigueur, les réseaux internes (avec les équipements électriques importants MMR) sont protégés si :

- Ils sont coordonnés en énergie et en niveau de protection avec le parafoudre en amont, et
- L'une des 3 conditions suivantes est satisfaite :

- 1) $U_p/f \leq U_w$: lorsque la longueur du circuit entre le parafoudre et le matériel est négligeable (cas typique d'un parafoudre installé aux bornes du matériel);
- 2) $U_p/f \leq 0,8 U_w$: lorsque la longueur du circuit est de 10 mètres au plus (cas typique d'un parafoudre installé au niveau d'un tableau secondaire de distribution ou d'une prise);
- 3) $U_p/f \leq (U_w - U_i) / 2$: lorsque la longueur du circuit est supérieure à 10 mètres (cas typique d'un parafoudre installé à l'entrée du réseau dans la structure ou, dans certains cas, au niveau d'un tableau secondaire de distribution).

Avec :

- U_w : tenue aux chocs max du matériel à protéger
- $U_p/f = U_p$ (tension du parafoudre) + ΔU (câblage)
- U_i = tension induite dans le câblage entre parafoudre et équipement

Si deux ou plusieurs parafoudres (de type 1, de type 2) sont installés en cascade dans le même circuit, ils doivent être coordonnés énergétiquement afin que les contraintes soient partagées en fonction de leur aptitude d'absorption de l'énergie. Pour garantir la protection de l'équipement il faut en outre que les parafoudres soient coordonnés en niveau de protection.

Pour une coordination efficace, les caractéristiques individuelles des parafoudres (telles que données par le constructeur), la menace à leur emplacement et les caractéristiques des matériels à protéger doivent être prises en compte.

Il convient que le niveau de protection contre les chocs U_w des matériels soit défini :

- Pour les réseaux de puissance et leurs matériels, selon la CEI 60664-1, avec les niveaux rappelés dans la NFC 15-100-1
- Pour les réseaux de communication et leurs matériels, selon l'UIT-T K.20 et l'UIT-T K.21 ;
- Pour les autres réseaux et leurs matériels, selon les informations obtenues auprès des constructeurs.

L'efficacité des parafoudres coordonnés dépend non seulement d'un choix approprié, mais essentiellement de leur mise en œuvre. Les principaux aspects à considérer sont :

1) L'emplacement des parafoudres

Le premier critère à considérer est : **plus le parafoudre est proche du point d'entrée de la ligne, plus il permet d'éviter que les surtensions pénétrant dans le bâtiment ne génèrent des perturbations électromagnétiques**. Par ailleurs, plus est élevé le nombre de matériels protégés par le parafoudre (avantage économique).

Il convient de vérifier ensuite le second critère : **plus le parafoudre est proche du matériel à protéger, meilleure est la protection** (avantage technique).

2) Les conducteurs de connexion

Les conducteurs de connexion des parafoudres doivent présenter des sections minimales définies dans le Tableau 17.

3) Les distances de protection (oscillations)

Si le circuit entre le parafoudre et le matériel est trop long, la propagation des chocs entraîne un phénomène d'oscillations. Dans le cas d'un circuit ouvert aux bornes du matériel, la surtension peut augmenter au niveau des bornes jusqu'à $2 U_p$ et entraîner la défaillance du matériel même si $U_p \leq U_w$ a été choisie.

La distance de protection L_{po} est la longueur maximale du circuit entre le parafoudre et le matériel pour laquelle la protection est encore efficace (en tenant compte des oscillations et de la charge capacitive).

Ces données dépendent de la technologie du parafoudre, des règles d'installation et des capacités de charge.

Si la longueur du circuit est inférieure à 10 m ou si $U_p < U_w/2$, la distance de protection L_{po} peut être omise.

4) Les distances de protection (induction)

Dans le cas de coups de foudre directs sur la structure ou sur le sol à proximité de la structure, dans la boucle constituée par le parafoudre et le matériel, une surtension induite va s'ajouter à U_p et donc réduire l'efficacité du parafoudre. La surtension induite augmente avec les dimensions de la boucle (cheminement, longueur du circuit, distance entre le PE et les conducteurs actifs, surface de boucle entre les lignes électriques et de communication) et diminue avec l'atténuation du champ magnétique (écran spatial et/ou de ligne).

La longueur maximale L_{pi} est la distance maximale entre le parafoudre et le matériel, pour laquelle la protection est assurée pour le matériel (en tenant compte du phénomène d'induction).

La règle générale est de **minimiser la boucle entre le parafoudre et le matériel** si le champ magnétique dû à la foudre est trop élevé. Autrement, **le champ magnétique et les effets d'induction peuvent être réduits par :**

- Soit un **écran spatial** du bâtiment (ZPF 1) ou des locaux (ZPF 2 et supérieure),
- Soit un **réseau écranté** (câbles ou conduits écrantés).

Si ces précautions sont suivies, la distance de protection L_{pi} peut être négligée. Sinon la norme NF EN 62305-4 propose un calcul plus précis.

7.4 La présentation du dossier d'installation DOE

En application du référentiel Qualifoudre V4.0, des notes Qualifoudre associées et de la FAQ, un dossier d'installation ou un dossier d'exécution (DOE) doit être constitué par l'installateur (certifié QUALIFOUDRE) à l'issu des travaux (en conformité avec l'ET) et doit comprendre au moins les éléments suivants :

- -niveau de protection retenu ($N_p = I, II, III, IV$),
- justification de la protection (référence explicite à l'ET ou nouveau dessin si le paratonnerre a été déplacé par rapport à l'étude),
- type et caractéristiques des protections extérieures et intérieures (IEPF et IIPF), y compris les mesures prises pour la protection des personnes au bas des descentes,
- méthode de contrôle des protections (notamment PDA, parafoudres, ...),
- nombre et localisation des conducteurs de descentes,
- présence éventuelle et localisation de compteur de coup de foudre,
- plans cotés de localisation des SPF (avec photos si possible),
- justification du respect des distances de séparations,
- justification des liaisons équipotentielles de foudre y compris des parafoudres (le dimensionnement requis pour les parafoudres selon l'étude doit être indiqué en regard des caractéristiques des parafoudres installés, pour les liaisons équipotentielles il faut indiquer la section des conducteurs utilisés, et leur localisation en indiquant que la distance de séparation n'était pas respectée),
- type et valeur des prises de terre (nombre, configuration et longueur des électrodes) ou mètre quand c'est une longueur de conducteur de terre qui est utilisée,
- justification des dimensions de la prise de terre lorsque la valeur est supérieure à 10 Ω ,
- les mesures retenues pour la protection des personnes vis-à-vis des tensions de toucher et de pas,
- joindre les fiches « fabricants » des composants mentionnant la conformité aux normes NF EN 62561-X et NF EN 61643-X ou NF EN 62793 en cas de détecteur d'orage.

L'information sur les 3 critères suivants de performance de la protection (selon la note QUALIFOUDRE du 14/03/2023 (note 10).) doit être mentionnée en conclusion dans le DOE pour chaque parafoudre installé :

- l'efficacité de la protection (continuité de protection),
- la sécurité électrique,
- la continuité de service.

Note ¹⁰ : Note Qualifoudre-F2C du 14/03/2023 accessible sur le page internet INERIS QUALIFOUDRE

<https://prestations.ineris.fr/fr/certification/protection-foudre-qualifoudre>

8 Vérifications du système de protection contre la foudre

8.1 Généralités

Selon l'arrêté du 4/10/2010 modifié, si le vérificateur certifié (choisi par l'exploitant) se base sur les normes NF EN 62305-3, NF EN 62305-4, NF C 17102 en vigueur pour réaliser la vérification initiale, complète ou visuelle du système de protection contre la foudre, alors dans ce cas, il y a présomption de conformité et donc la vérification réalisée est réputée satisfaire aux exigences de l'arrêté précité.

8.2 Vérification initiale

L'objectif de la vérification initiale est de s'assurer que l'installation mise en œuvre est celle décrite dans la notice de vérification et de maintenance NVM et dans le DOE et que les protections et composants sont installés selon les normes en vigueur.

Si des modifications des installations (modification de la structure ou de son utilisation) sont intervenues après la réalisation de l'ARF et l'ET, le vérificateur doit alors indiquer que le besoin ou/et les moyens de protection ne sont peut-être plus adaptés à la situation actuelle.

Selon la norme NF C 17102, la vérification initiale est effectuée après la fin des travaux d'installation du SPF à dispositif d'amorçage.

Son objectif est de s'assurer que la totalité de l'installation du SPF à dispositif d'amorçage est conforme à la notice NVM, ainsi qu'au dossier d'exécution (DOE).

Cette vérification initiale porte au moins sur les points suivants :

- -le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée,
- -le PDA a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution,
- -le nombre de conducteurs de descente,
- -la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 62561, de la série NF EN 61643, par marquage, par déclaration ou par documentation,
- -le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente,
- -la fixation des différents composants,
- -la distance de séparation et/ou liaisons équipotentielles,
- -la résistance des prises de terre,
- -l'équipotentialité de la prise de terre SPF avec celle du bâtiment,
- -les mesures retenues pour la protection des personnes vis-à-vis des tensions de toucher et de pas.

Dans tous les cas, lorsqu'un conducteur est partiellement ou totalement intégré, il convient que sa continuité électrique soit vérifiée.

8.3 Les méthodes

Les normes NF EN 62305-3, NF EN 62305-4 et NF C 17102 précisent les modalités de vérification des installations de protection contre la foudre.

L'article 21 de l'arrêté du 4/10/2010 modifié précise les périodicités et le type de vérification (initiale, visuelle, complète) à réaliser tous les ans par alternance sur les installations visées par l'arrêté du 4 octobre 2010.

Un installateur n'est pas autorisé à réaliser la vérification initiale d'une installation qu'il a réalisée.

Sous réserve d'être reconnu compétent en vérification (Qualifoudre ou F2C), un bureau d'étude, un installateur (qui n'a pas réalisé l'installation à vérifier), un organisme de contrôle ou l'exploitant lui-même (si certifié pour vérification visuelle) peuvent vérifier les installations de protection contre la foudre.

L'objectif des vérifications périodiques annuelles (vérification visuelle, vérification complète) est de s'assurer que l'efficacité des protections en place ne s'est pas dégradée.

8.3.1 Vérification visuelle

Selon les normes NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4, la vérification visuelle a pour but de s'assurer que :

1. A l'extérieur des structures,

- ✓ La conception est conforme à la présente norme,
- ✓ Le SPF est en bon état,
- ✓ Les connexions sont serrées et les conducteurs et bornes présentent une continuité,
- ✓ Aucune partie n'est affaiblie par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- ✓ Les connexions visibles de terre sont intactes (opérationnelles),
- ✓ Tous les conducteurs visibles et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs et à leur juste place,
- ✓ Aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose de protection complémentaire,
- ✓ Aucun dommage du système de protection, des parafoudres et des fusibles n'est relevé,
- ✓ L'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués,
- ✓ Les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts,
- ✓ Les distances de séparation sont maintenues,
- ✓ Les mesures des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés,
- ✓ Les mesures retenues pour la protection des personnes vis-à-vis des tensions de toucher et de pas.

2. A l'intérieur des structures

- ✓ Les connexions sont serrées et qu'aucune rupture de conducteur ou de jonction n'existe,
- ✓ Aucune partie du système n'est fragilisée par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- ✓ Les conducteurs de mise à la terre et les écrans de câbles sont intacts,
- ✓ Il n'existe pas d'ajouts ou de modifications nécessitant une protection complémentaire,
- ✓ Il n'y a pas de dommages de parafoudres et de leur fusible,
- ✓ Le cheminement des câbles est maintenu,
- ✓ Les distances de séparation aux écrans spatiaux sont maintenues.

Selon la norme NF C 17102, la vérification visuelle a pour but de s'assurer que :

- Aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- L'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- Aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- La continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- Toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- Aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- La distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentielle est suffisant et leur état est correct ;
- L'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- Les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés.

8.3.2 Vérification complète

Selon les normes NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4, la vérification complète comprend les points à vérifier lors d'une vérification visuelle complétés par les vérifications suivantes :

1. A l'extérieur des structures,
 - ✓ Les mesures de continuité des parties non visibles lors de l'inspection initiale et qui ne peuvent être contrôlées par inspection visuelle ultérieurement,
 - ✓ Les valeurs de résistance de la prise de terre. Il convient d'effectuer des mesures de terre isolées ou associées et d'enregistrer les valeurs dans le rapport de vérification du SPF,
 - ✓ Les mesures retenues pour la protection des personnes vis-à-vis des tensions de toucher et de pas.
2. A l'intérieur des structures
 - ✓ Pour les parties des mises à la terre et des équipotentialités non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

Selon la norme NF C 17102, la vérification complète comprend les inspections visuelles et les mesures suivantes pour vérifier :

- La continuité électrique des conducteurs intégrés ;
- Les valeurs de résistance de la prise de terre (il convient d'analyser toutes les variations supérieures à 50 % par rapport à la valeur initiale) ;
- Le bon fonctionnement du PDA selon la méthodologie fournie par le fabricant.

La FAQ QUALIFOUDRE [11] donne des précisions concernant la réalisation du test de bon fonctionnement des PDA sur site avec le moyen de test prévu par le fabricant du PDA (le moyen de test doit être à disposition du vérificateur le jour de la vérification complète).

8.4 Les moyens

La norme NF EN 62305-3 rappelle que la vérification d'un système de protection doit être menée par un spécialiste (voir § 4.5).

Pour réaliser sa mission, le vérificateur doit avoir à sa disposition :

- ✓ La notice de vérification et de maintenance NVM,
- ✓ Le carnet de bord,
- ✓ Les rapports des précédentes vérifications.

Il est obligatoire (pour les sites ICPE) que le vérificateur dispose de la notice de vérification et de maintenance NVM avant son intervention afin qu'il puisse éventuellement prévoir un équipement de vérification particulier pour vérifier certain produit de protection (dispositif de test des parafoudres, testeur de PDA, mesure de terre en haute fréquence).

En vérification complète, certaines protections requièrent un équipement spécifique pour la vérification de leur bon fonctionnement. C'est le cas en particulier de certains paratonnerres à dispositif d'amorçage PDA (selon la norme NF C 17102). S'il est nécessaire d'interroger les fabricants à ce sujet lors de la rédaction de la notice de vérification et de maintenance, **il est indispensable que le vérificateur dispose de l'équipement de test adapté lors de la vérification complète.** Il n'est pas acceptable qu'un rapport de vérification mentionne que la vérification d'un produit de protection n'ait pu être vérifiée faute de moyens de test.

Si la vérification du bon fonctionnement du PDA ne peut être réalisée sur site avec le moyen de test adéquate défini par le fabricant du PDA, le vérificateur doit mettre une non-conformité à ce sujet en application de la norme NF C 17102 et de la FAQ Qualifoudre.

8.5 La présentation des résultats

Le rapport de vérification du SPF doit comporter les informations suivantes :

- Les conditions générales des conducteurs de capture et des autres composants de capture ;
- Le niveau général de corrosion et de la protection contre la corrosion ;
- La sécurité des fixations des conducteurs et des composants ;

- La documentation sur les modifications et les extensions du système et de la structure (les schémas d'installation et de conception doivent alors être revus);
- Les résultats des mesures effectués ;
- L'état général de protection des équipements (voir § 7.3) ;
- Toute déviation par rapport aux exigences de conception ;
- Les écarts par rapport aux normes d'installation.

8.6 Le carnet de bord du SPF

Le carnet de bord du SPF des installations du site est un document (mentionné dans l'article 22 de l'arrêté du 4/10/2010), qui rassemble les informations sur les étapes du cycle de vie du système de protection contre la foudre SPF (conception, utilisation et démantèlement). Il permet de s'assurer de la réalisation de l'ensemble des étapes qui assure la cohérence des dispositions prises.

Un exemple de modèle de carnet de bord est présenté en annexe F.

9 Conclusion

L'accidentologie (base ARIA) vis-à-vis de la foudre présentée au chapitre 2 (sites industriels ICPE, ...) montre que les sources d'agressions sont multiples. Les coups de foudre frappent directement les installations dans environ 74 % des cas. Pour environ 26% des agressions dues à la foudre, les lignes électriques et les transformateurs électriques reliés aux installations ont été frappées ; elles conduisent alors la foudre vers les installations.

Environ 160 accidents sont répertoriés en France dans la base ARIA depuis les 20 dernières d'année (entre 2004 et 2024).

Le paragraphe 3 du rapport OMEGA 3 montre que la foudre se propage de différentes manières, que l'intensité du courant peut atteindre des dizaines de milliers d'ampères. De plus, les effets sont variés, un coup de foudre est à la fois une source de chaleur ponctuellement très importante et un générateur de perturbations électromagnétiques.

Pour limiter le risque d'accident sur les installations classées, la réglementation française impose aux exploitants une démarche rigoureuse et complète. Le paragraphe 4 du rapport OMEGA 3 rappelle les exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié [1].

La première étape de la démarche consiste à évaluer le besoin de protection d'une installation en faisant une analyse de risque foudre ARF. Une méthode statistique probabiliste définie dans la norme NF EN 62305-2 [3] consiste à calculer un risque à partir de l'occurrence des événements d'origine orageuse (liée à l'activité orageuse et la taille des structures) et la dangerosité de l'installation. La valeur du risque est comparée à un risque tolérable. Le risque peut être réduit par une approche itérative en ajoutant des mesures de protection contre la foudre. Le paragraphe 5 présente la méthode ARF et donne des précisions sur la manière de pondérer les variables de calcul.

Une fois défini le niveau de protection contre la foudre nécessaire, une deuxième étape consiste à faire le choix et dimensionner les moyens de protection contre la foudre (IEPF et IIPF) lors d'une étude technique foudre ET (selon les normes NF EN IEC 62305-3, NF C 17102 et NF EN IEC 62305-4).

Si le bureau d'études certifié se base sur les normes précitées en vigueur pour réaliser son étude technique, elle est alors réputée satisfaire aux exigences de l'arrêté du 04/10/2010 modifié.

Les paragraphes 6 et 7 rassemblent les principales règles de l'art de conception et d'installation d'un système de protection contre la foudre. Il n'y a pas de solution systématique qui consisterait à mettre en place un paratonnerre sur le point le plus haut d'une structure. En fonction du type de structure (métallique ou non) de sa taille et du contenu (sensibilité au champ électromagnétique), différentes solutions sont possibles (paratonnerres PTS, paratonnerres PDA, fils tendus, cages maillées, parafoudres, ...).

L'efficacité d'un système de protection contre la foudre est très liée au respect des règles de mise en œuvre. Il est indispensable de faire appel à des professionnels reconnus compétents (QUALIFOUDRE ou F2C) pour réaliser les différentes missions : ARF, Etude technique, installation et vérifications. Il convient de vérifier périodiquement l'état des dispositifs mis en œuvre pour réduire les risques liés à la foudre. Le paragraphe 8 précise la périodicité et les points à vérifier sur un système de protection contre la foudre.

Pour finir, il est à noter des évolutions normatives récentes :

- Une nouvelle édition de la série de normes NF EN IEC 62305 (édition 3) est applicable depuis octobre 2024.
- De plus, la nouvelle norme NF C 15-100-1 a été publiée en août 2024. En ce qui concerne, les évolutions de cette norme pour les parafoudres il convient de noter qu'elle est désormais cohérente avec les normes NF EN IEC 62305-4 et IEC 61643-12. Dès lors, la prise en compte d'une de ces deux normes, telles qu'elles étaient appliquées avant août 2024 dans les ET, suffit à démontrer le bon choix des caractéristiques principales et l'efficacité de la protection par parafoudres en cohérence avec la NFC 15-100-1. La norme NF C 15-100-1 incorpore des spécificités d'installations françaises, il est donc nécessaire pour les installateurs de parafoudres de suivre les exigences de la NFC 15-100-1 pour l'installation en complément des règles données dans les normes NF EN IEC 62305-4 et IEC 61643-12.

La prochaine mise à jour du rapport OMEGA 3 en tiendra compte.

10 Références

- [1] Arrêté du 4/10/2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées (section III)
- [2] NF EN 62305-1 Protection contre la foudre – Partie 1 : Principes généraux (édition 2 – novembre 2013)
- [3] NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation des risques (édition 2 – décembre 2012)
- [4] NF EN 62305-3 Protection contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains (édition 2 – décembre 2012)
- [5] NF C 17102 Protection contre la foudre – PDA : Paratonnerre à dispositif d'amorçage
- [6] NF EN 62305-4 « Protection contre la foudre – Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures » (édition 2 – décembre 2012)
- [7] UTE C 15-443 : installation électrique à basse tension – guide pratique : protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – choix et installation des parafoudres (aout 2004)
- [8] NF C 15-100-1 : Installation électrique à basse tension – Partie 1 : exigences générales (aout 2024)
- [9] Référentiel Qualifoudre V4.0 et référentiel F2C
- [10] notes techniques QUALIFOUDRE (www.ineris.fr)
- [11] FAQ QUALIFOUDRE version 3.0 (www.ineris.fr)

11 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe A.1 Glossaire (avec définitions)
- Annexe A.2 Abréviations
- Annexe B Arrêté du 4 octobre 2010 modifié
- Annexe C Circulaire du 24 avril 2008
- Annexe D Accidentologie (base ARIA)
- Annexe E Listes des sociétés assurant la dépose de paratonnerres radioactifs
- Annexe F Exemple de modèle de carnet de Bord

ANNEXE A

Glossaire avec définitions
Et
Abréviations

ANNEXE A.1	Glossaire avec définitions
Analyse du Risque Foudre (ARF)	Document qui définit les besoins de protection contre la foudre à partir des dommages et pertes possibles dus à la foudre. Le choix de la méthode d'analyse du risque dépend de la criticité du risque pour l'installation à protéger. L'ARF indique la liste des installations qui nécessitent une protection spécifique et précise l'efficacité (ou niveau) de protection minimum requise.
Arc en retour	Troisième phase (Figure 6) : la rencontre entre le traceur descendant et la décharge de capture établit un pont conducteur entre le nuage et le sol, par lequel va pouvoir s'écouler un intense courant électrique, se propageant de la terre vers le nuage, et neutralisant celui-ci. Ce courant, de nature impulsionnelle, est appelé "arc en retour". Il est la cause de la violente illumination du canal de foudre ; il est responsable du tonnerre, mais surtout des dégâts produits par un foudroiement. Un éclair négatif descendant peut comporter plusieurs arcs en retour successifs.
Canal ionisé / Canal de foudre	Chemin filiforme faiblement conducteur, présentant de multiples ramifications, qui se trace à travers l'air atmosphérique, sous l'effet d'un processus d'ionisation. Au passage de courants de foudre, il s'échauffe jusqu'à des températures de 300 000°K et devient fortement conducteur : c'est le Canal de Foudre. Son diamètre est alors de l'ordre du centimètre.
Carnet de bord	Document principal qui identifie les installations à protéger et assure la traçabilité de l'ensemble des documents relatifs à la protection contre la foudre.
Champ électrique au sol	La dissociation des charges dans le nuage orageux entraîne la génération d'un champ électrique intense dans l'espace nuage-sol. Lorsque qu'il atteint, au niveau d'un sol plan, une intensité de 4 à 10 kilovolts par mètre, selon les conditions locales, une décharge au sol est imminente. Commentaire : les charges électriques induites à la surface du sol par le nuage sont généralement positives. Le vecteur représentatif du champ est alors vertical, orienté du sol vers le nuage.
Choc de foudre	Onde transitoire se manifestant sous la forme de surtensions et/ou de surintensités causées par l'ITEMF. Les chocs causés par l'ITEMF peuvent provenir des courants de foudre (partiels), des effets inductifs dans des boucles dans l'installation et se manifester comme la surtension résiduelle en aval des parafoudres.
Coup de foudre	L'un des arcs en retour lors d'un éclair à la terre, qui peut être respectivement le premier coup" ou l'un des "coups subséquents ".
Courant persistant	Pendant l'intervalle entre les courants d'arcs en retour, il subsiste souvent un courant permanent de faible intensité (de l'ordre de quelques centaines d'ampères), dont l'extinction coïncide avec la fin du coup de foudre.
Densité foudroiement de	<p>Cette densité s'exprime en nombre d'impacts par kilomètre carré et par an. Pour le territoire français, elle est comprise entre moins de 1 impact / km².an et 4 impacts / km².an. Cette densité est déterminée scientifiquement à partir de capteurs répartis sur le territoire.</p> <p>On définit aussi une densité d'arcs en retour. La densité moyenne d'arcs en retour vaut à peu près 2,2 fois la densité d'impacts</p>

Distance d'amorçage	Distance entre le point d'origine de la décharge de capture et le point de rencontre avec le traceur descendant. Cette distance joue un rôle essentiel dans la définition de la zone de protection d'un paratonnerre
Distance de séparation	Distance entre deux parties conductrices telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse apparaître.
Dommage physique	<p>La foudre peut engendrer trois types essentiels de dommages :</p> <p>Blessures d'êtres vivants dues aux chocs électriques,</p> <p>Dommages physiques (dommage sur la structure ou dans son contenu ou sur un service, en raison d'effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre) dont les effets sont l'incendie, l'explosion, la destruction mécanique ou l'émanation chimique, dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses.</p> <p>Défaillances des réseaux internes dues à l'IEMF.</p>
Eclair	Dans le langage courant, on désigne par le terme "éclair" la manifestation lumineuse d'une décharge atmosphérique.
Eclair inter-nuage / intra-nuage	Décharge électrique d'origine atmosphérique qui se développe à l'intérieur d'un nuage orageux (éclair intra-nuage) ou entre nuages (éclair inter-nuages). Ce type d'éclairs n'est pas pris en considération pour la protection des installations au sol.
Effet de couronne	<p>Phénomène d'ionisation dans l'air, qui se déclenche lorsque le champ électrique dépasse, à pression atmosphérique normale, une amplitude de 26 kilovolts par centimètre. Ce phénomène se développe généralement au sommet d'un objet conducteur pointu, où il y a amplification locale du champ ambiant. Il prend la forme d'effluves de couleur bleu-violette, et le processus physique correspondant est l'avalanche électronique.</p> <p>La formation d'un effet de couronne est la condition nécessaire au développement d'une pré décharge ascendante.</p>
Effet indirect	Effet d'un coup de foudre frappant le sol au voisinage d'une structure, d'un bâtiment ou d'une ligne aérienne, mais pouvant néanmoins causer des dommages.
Etude foudre	Etude qui définit le besoin et les moyens de protection d'une installation. Elle comprend une Analyse des Risques Foudre (ARF) et une Etude Technique.
Elément vulnérable (ou enjeu)	Elément tel que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir des dommages.
Evaluation du risque	<p>Processus de comparaison du risque estimé avec des critères de risque donnés pour déterminer l'importance du risque. (ISO/CEI 73).</p> <p>Cette estimation ou évaluation du risque est souvent réalisée selon deux composantes, la probabilité et les conséquences potentielles d'un risque, par exemple sur une grille de criticité. (MEDDTL/DGPR Circulaire du 10 mai 2010)</p>
Etincelle dangereuse	Décharge électrique engendrée par la foudre qui provoque des dommages physiques à l'intérieur de la structure à protéger.

Etude Technique (ET)	Document qui définit les moyens de protection contre la foudre à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs fixés par l'ARF. L'ET indique les caractéristiques des protections (type et dimensionnement des paratonnerres et des parafoudres, équipotentialité, prises de terre, prévention...) ainsi que la périodicité et les moyens de contrôle à prévoir.
Feu de St-Elme	Nom ancien de l'effet de couronne, donné par les navigateurs du Moyen-Age, alors qu'ils observaient ce "feu" au sommet des mats de leurs navires.
Fiche de contrôle	Document sur lequel sont reportées les mesures ou les observations demandées dans la fiche de vérification. Selon le cas, la notice de contrôle peut prévoir une fiche par protection (par exemple pour un paratonnerre particulier) ou par type de protection (par exemple pour les parafoudres de).
Fiche de vérification d'une protection	Document qui précise le mode opératoire pour la vérification d'un élément d'un système de protection (exemple : vérification de l'état d'un parafoudre, d'une prise de terre, ou d'un paratonnerre). Il indique les outils et instruments nécessaires et la méthode de mesure éventuelle à retenir. La fiche de vérification est généralement rédigée à partir des informations fournies par le fabricant de l'équipement à vérifier.
Foudre / Eclair à la terre	Décharge électrique violente d'origine atmosphérique, qui se développe entre un nuage et la terre, consistant en un ou plusieurs coups de foudre (NF EN 62305-1).
Foudre négative descendante, Eclair négatif descendant	C'est la foudre normale, la plus fréquente en plaine et en terrain vallonné (en France, 90% des éclairs sont, en moyenne sur une année, négatifs ; en fait, cette proportion varie de 60% en hiver à 95% en été, le reste est constitué d'éclairs positifs). Elle se compose de plusieurs phases successives décrites selon Figure 6.
Foudre ascendante / Eclair ascendant	Lorsqu'une décharge ascendante est issue d'une aspérité de grande hauteur (pic montagneux, tour de télévision, immeuble de grande hauteur), elle peut se développer jusqu'au sein du nuage, même en l'absence de tout traceur descendant. Ce type de décharge atmosphérique peut comporter plusieurs arcs en retour, mais dissipe généralement une énergie modérée.
Foudroiement	Action de la foudre sur un objet ou sur une construction quelconque ou sur un homme ou un animal.
Impulsion électromagnétique foudre (IEMF)	Effets électromagnétiques dus au courant de foudre. Elle comprend les courants conduits ainsi que les effets induits du champ magnétique.
Ion, Ionisation	Un ion est un atome ou une molécule portant une charge électrique soit par déficit (ion positif), soit par apport (ion négatif) d'un ou de plusieurs électrons. L'ionisation est l'ensemble des processus physiques par lesquels les ions sont créés.
Kéraunique	Adjectif issu du mot grec keraunos (= foudre), il qualifie tout ce qui se rapporte aux phénomènes orageux et à leurs conséquences.

Liaison équipotentielle de foudre	Interconnexion du SPF aux parties conductrices d'une installation par des connexions directes ou par des parafoudres réduisant les différences de potentiel engendrées par le courant de foudre.
Niveau de protection contre la foudre (NPF)	La norme NF EN 62305-2 indique « <i>Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle.</i> » Le NPF qui varie de 1 à 4 correspond à une efficacité de protection.
Nœud	Point d'une ligne où la propagation d'un choc peut être négligée. Des exemples de nœuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'un multiplexeur d'une ligne de communication ou encore un parafoudre mis en place sur une ligne
Notice de vérification et de maintenance (NVM)	Document qui indique l'ensemble des opérations de vérification des installations de protection. Il reprend les règles de l'art précisées dans les normes et les procédures particulières à certaines protections. Il inclut les fiches de vérifications pour chaque type de protection en place. Il précise les contraintes particulières au site (moyens accès aux protections, habilitations...)
Nuage orageux	On distingue deux types de nuages orageux : les cumulonimbus, grosses masses en forme d'enclume, qui donnent lieu aux orages de chaleur, très localisés et de durée limitée, les orages frontaux ou lignes de grains, qui peuvent se propager sur des milliers de kilomètres. Dans les deux cas, ces nuages sont le siège de charges électriques, les charges positives étant rassemblées à leur sommet, et les charges négatives à leur base. Un îlot de charges positives existe parfois à la base d'un nuage.
Orage	Phénomène météorologique d'instabilité atmosphérique, au cours duquel des turbulences développent des charges électriques dans l'air, notamment au sein de nuages orageux. Ces charges sont la cause de décharges électriques violentes, dites "décharges atmosphériques".
Parafoudre	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de foudre. Il comprend au moins un composant non linéaire.
Parafoudre de type 1	Parafoudre résistant à un coup de foudre direct et capable de canaliser vers la terre un courant de 12 kA à 65 kA (I_{imp}) Le parafoudre de type 1 limite le risque d'incendie dans les armoires électriques.
Parafoudre de type 2	Parafoudre qui peut être ajouté près d'un équipement sensible afin de compléter la protection fournie par un parafoudre de type 1. Le parafoudre de type 2 limite le risque de défaillance des équipements électriques.
Parafoudres coordonnés	Ensemble de parafoudres (type 1 et type 2) choisis de manière appropriée et mis en œuvre pour la protection contre les chocs des réseaux de puissance et de communication

Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA)	Paratonnerre qui offre, selon la norme NF C 17-102, un volume de protection supérieur à un paratonnerre à tige simple. Ce type de protection fait l'objet du rapport INERIS-DCE-25265f d'octobre 2001.
Phénomène dangereux	Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Pré décharge ascendante / Traceur ascendant	Deuxième phase (Figure 6) : lorsque le traceur descendant s'est suffisamment approché du sol, des "pré décharges ascendantes" naissent en différents points du sol, préférentiellement à partir d'aspérités ou d'objets pointus, et se développent en direction du traceur. L'une de ces pré décharges rencontre le traceur descendant, c'est pourquoi cette pré décharge est appelée "décharge de capture" ; c'est elle qui détermine le(s) point(s) d'impact(s) de la foudre au sol.
Rapport de vérification	Rapport de synthèse qui résulte d'une vérification initiale ou périodique des installations de protection réalisée selon la notice de contrôles. Il indique si la protection est conforme ou non par rapport aux exigences précédemment définies.
Structure à protéger	Structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée. Une structure à protéger peut faire partie d'une structure de plus grandes dimensions.
Structures avec risque d'explosion	Structures contenant des produits à risque d'explosion (voir CEI 60079-10 et CEI 61241-10). Dans la norme NF EN 62305-2, seules les structures comportant des zones dangereuses de type 0 ou contenant des matériaux explosifs solides sont prises en considération.
Structures dangereuses pour l'environnement	Structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques et radioactives à la suite d'un foudrolement ; par exemple installations chimiques, pétrochimiques, nucléaires, etc.
Système de protection contre la foudre (SPF)	Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.
Tension assignée de tenue aux chocs Uw	Tension de tenue aux chocs des matériels électriques ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue de son isolation contre des surtensions transitoires. Dans la norme NF EN 62305-2, seule la tension de tenue en mode commun est prise en compte.
Traceur descendant / Traceur par bonds / Précurseur par bonds	Première phase : formation d'un canal ionisé faiblement lumineux, issu du nuage, portant des charges négatives, et qui progresse par bonds vers la terre. C'est donc un traceur négatif.
Zone de protection contre la foudre (ZPF)	Zone dans laquelle l'environnement de foudre est défini. Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond).

Zone d'une structure (ZS)	Partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque
----------------------------------	---

ANNEXE A.2

Liste des abréviations utilisées dans ce rapport :

ARF	Analyse de Risques Foudre
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
AS	Autorisé avec servitude d'utilité publique
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollution Industrielles
BT	Basse Tension
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DOE	Dossier des Ouvrages Exécutés
EDD	Etude De Dangers
EIPS	Équipement important pour la sécurité
ETF	Etude technique foudre
HT	Haute Tension
IEMF	Impulsion électromagnétique foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INB	Installation nucléaire de base
INBS	Installation nucléaire de base secrète
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
MEDDTL	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
MMR	Mesures de maîtrise des risques
NPF	Niveau de protection contre la foudre
PDA	Paratonnerre à dispositif d'Amorçage
SPD	Surge Protection Device (Parafoudre en français)

SPF	Systeme de protection contre la foudre
ZPF	Zone de protection contre la foudre

ANNEXE B

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié

Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

NOR : DEVP1025930A

JORF n°0265 du 16 novembre 2010

L'arrêté peut être téléchargé avec le lien internet ci-dessous :

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000023081900/>

ANNEXE C

Circulaire du 24 avril 2008

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées

NOR : DEVP0801538C

La circulaire peut être téléchargée avec le lien internet ci-dessous :

Notice Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées (texte non paru au Journal officiel) (developpement-durable.gouv.fr)

<https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0006098&reqId=8beb3a72-58b9-468c-b32d-f9c4b0b89dd3&pos=3>

ANNEXE D

Extraits de la base de données ARIA

www.aria.developpement-durable.gouv.fr

(Extrait des 20 dernières années entre 2004 et 2024)

D.1 LISTE DES ACCIDENTS FRANÇAIS

Liste accidents entre 2004 et 2024

2004

N° 27937 - 08/06/2004 - FRANCE - 67 - STRASBOURG

C20.11 - Fabrication de gaz industriels

Une canalisation d'oxygène gazeux (O₂) se rompt vers 4 h dans une unité de production d'oxygène liquide implantée en zone portuaire. Cette tuyauterie qui est souterraine sur l'essentiel de son trajet, traverse le RHIN pour alimenter une aciérie allemande.

La pression dans la canalisation voisine de 30 bar est dans la plage de pression d'exploitation lors des faits. Le POI de l'établissement est déclenché. Les dommages observés ultérieurement sont relativement importants : 4,6 t d'O₂ (vidange de la canalisation) sont rejetées en 13 min, des galets et des graviers projetés sur un secteur de 40 m de long et 20 m de large s'incrustent dans les installations et les bâtiments voisins.

Une importante corrosion externe de la canalisation, à son entrée dans le sol, serait à l'origine de la rupture. Selon différentes expertises, cette corrosion serait due à un décollement du revêtement étanche de protection à la suite d'un défaut de pose. Des analyses réalisées par l'exploitant montrent également la présence d'ions chlorure sur l'acier au voisinage du point de rupture (sel de déneigement ?). Enfin, la protection cathodique était en service lors des faits, mais l'hypothèse de perturbations électriques liées à des dommages causés par la foudre sur cette protection ont aussi été envisagée peu après l'accident.

Le redémarrage des installations est subordonné à la réparation de la canalisation, ainsi qu'au recensement et à la vérification de l'intégrité et du bon fonctionnement des équipements de contrôle et de sécurité des installations susceptibles d'avoir été atteints par les projections de matériaux.

Plusieurs mesures sont prises pour diminuer la probabilité de renouvellement d'un tel accident : réparation du revêtement, création d'un puits de 1 m de profondeur autour de la canalisation, dans la partie verticale du début de sa section enterrée, modification du plan de maintenance pour inclure une inspection annuelle du revêtement, mesure des courants vagabonds autour de l'interface de la canalisation avec le terrain, amélioration du système de détection d'oxygène excessif dans l'air... Par ailleurs, toutes les entrées ou sorties de canalisation de l'usine dans le sol qui sont dégagées et examinées, feront l'objet de contrôles périodiques.

ARIA 27506 - 27/06/2004 - 70 - LOEUILLEY

20.30 - Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics

Dans une usine de peinture et de vernis, un départ de feu a lieu dans un local abritant 1,7 t de nitrocellulose et 20 t de produits inertes. Le bâtiment de 250 m² au sol et de 10 m de hauteur, sans étage mais avec une charpente en bois couverte de tuile, brûle immédiatement. Les pompiers de la commune aidés du personnel de l'établissement interviennent en 1er secours. Le bâtiment contigu contenant des résines solvantées est protégé des flammes par les pompiers, la proximité de la VINGEANNE permettant l'approvisionnement en eau de façon suffisante pour éteindre l'incendie du bâtiment lui-même et refroidir le mur du bâtiment accolé à ce dernier. La route voisine est coupée pour éviter les conséquences des fumées en cas de rabattement. L'inflammation de la nitrocellulose étant immédiate, la fumée est montée verticalement et s'est dispersée dans l'atmosphère. Après extinction du feu, le bâtiment brûlé reste sous surveillance. Le 11 juin dernier, un feu s'était déjà produit dans l'établissement, la foudre étant tombée sur la toiture. Une reprise de l'incendie de cette charpente est possible ; un expert judiciaire est nommé. A la suite de cet accident, il est décidé de ne plus stocker des produits nitrocellulose avant la reconstruction du bâtiment. La quantité nécessaire journalière sera alors stockée dans une entreprise voisine. Par ailleurs, cet établissement aurait dû faire l'objet d'une étude foudre. L'administration constate les faits. L'exploitant s'engage à commander cette étude et doit également fournir un rapport d'accident.

N° 27575 - 12/07/2004 - FRANCE - 24 - LE FLEIX

C20.51 - Fabrication de produits explosifs

Dans une usine de fabrication d'explosifs, une déflagration suivie d'un feu se produit à 8h30 dans un bâtiment de 16 m² servant au montage et au stockage d'artifices de divertissement, 30 minutes après le passage d'un employé venu chercher des allumeurs électriques. La mise à feu progressive se serait étalée sur une dizaine de min. Les pompiers éteignent l'incendie en moins de 2 h à l'aide de 2 petites lances. Le bâtiment est détruit, quelques tuiles sont projetées jusqu'à 10 m aux alentours, mais l'accident ne fait pas de blessé. Un retour de tir avait été remis en stock la veille. Selon l'exploitant, le stockage contenait 78 kg de matière active sous forme de bombes d'artifices montées. Les inspecteurs constatent les faits. Un expert est sollicité pour déterminer les causes précises de l'accident. Plusieurs hypothèses sont émises sans pouvoir en privilégier une (foudre, chute d'objets, rongeur). A la lumière de cet accident, l'exploitant engage une lutte contre les rongeurs et réexamine la stabilité de ces produits.

ARIA 28591 - 21/07/2004 - 81 - SAINT-SULPICE

18.12 - Autre imprimerie (labeur)

Lors d'un orage, la foudre endommage gravement l'automate de l'épurateur de rejets atmosphériques d'une imprimerie. Un éclair parcourt les ateliers sans aucune autre conséquence cependant. Un arrêté préfectoral est signé le lendemain, après consultation du CDH, pour imposer l'arrêt de la production jusqu'à la fin des réparations. L'exploitant renforce la protection contre la foudre de ses installations.

ARIA 33319 - 05-08-2004 - 13 - CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Au cours d'un orage, l'arrêt momentané des deux alimentations électriques d'une raffinerie entraîne le déclenchement des unités et l'émission de fumées noires aux torches. Les systèmes de délestage des alimentations électriques sont activés, ainsi que la mise en sécurité des unités par activation des séquences d'arrêt.

ARIA 27885 - 07/09/2004 - 31 - SAINT-ALBAN

YY.YY - Activité indéterminée

Un feu initié par la foudre se déclare sur un stock extérieur de balles de papier. L'incendie se propage à un bâtiment industriel de 150 m².

ARIA 29439 - 10/09/2004 - 17 - LE FOUILLOUX

02.20 - Exploitation forestière

Dans la nuit, la foudre met le feu à un stock de 50 m³ de billes de bois dans une exploitation forestière. Les flammes se propagent à un camion stationné à proximité. Un automobiliste alerte les secours.

ARIA 28786 - 10/10/2004 - 31 - TOULOUSE

46.72 - Commerce de gros de minerais et métaux

Dans un box du hall de réception d'une fonderie de plomb, un feu se déclare un dimanche matin à la surface d'un tas de 3 000 t de batteries à recycler. L'établissement ne fonctionnant pas le week-end, c'est le rondier de l'entreprise voisine qui alerte les pompiers. En l'absence de responsable sur les lieux, les secours sont contraints de forcer l'entrée du site (déclenchant alors l'alarme anti-intrusion qui avertira l'exploitant) et de percer le bardage supérieur à l'arrière du bâtiment, puis celui séparant les zones de broyage et de réception. Ils maîtrisent l'incendie qui est resté de faible ampleur et ne détectent ni émission de vapeurs chlorées, ni valeur de pH anormale des eaux d'extinction stockées dans le bassin de décantation du site. Les batteries sont contrôlées (corps étrangers, quantités d'eau) lors de leur réception, puis cassées pour les vider de leur acide et les décharger. Selon l'exploitant, le feu qui ne s'est pas déclaré en profondeur, n'aurait pas été généré par les batteries elles-mêmes, mais par un coup de foudre dans la nuit. Les batteries avaient été ainsi stockées plusieurs jours avant l'incendie. Averti par l'exploitant le jour de l'accident, l'inspecteur des installations classées se rend sur place le lendemain matin et lui demande un rapport détaillé de l'accident accompagné des actions préventives et correctives envisagées, de la dernière étude 'foudre', ainsi qu'une évaluation par un laboratoire privé de l'impact des fumées émises à l'atmosphère lors du sinistre. La DRIRE constate que le long de la clôture du site des équipements posés à terre entrave le faisceau des cellules anti-intrusion, que des collecteurs de batteries stockés hors du bâtiment auraient pu gêner l'entrée des secours dans les locaux, que le tas de batteries dépasse par endroit la hauteur du mur du bâtiment de réception et s'appuie sur le bardage en le fragilisant et que le volume de la cuvette de rétention de la cuve de H₂SO₄ est insuffisant. L'exploitant équipe le hall sinistré de détecteurs de flammes et de fumées activés hors période d'exploitation et reliés à un personnel d'astreinte ou à une société de gardiennage.

2005

N° 29772 - 04/05/2005 - FRANCE - 88 - CHAVELOT

C16.10 - Sciage et rabotage du bois

La foudre provoque un feu dans un silo de 350 m³ de sciure, les flammes se propagent à un bâtiment désaffecté de 300 m². La scierie avait cessé son activité depuis plusieurs mois, le silo sinistré était le seul équipement à ne pas encore avoir été évacué. Les 25 pompiers mobilisés mettent en place 5 lances à débit variable et maîtrisent le sinistre.

ARIA 30130 - 14-06-2005 - 38 - SERPAIZE

Naf 52.10 : Entreposage et stockage

Lors du pompage d'un lot de naphtha, Une fuite d'hydrocarbure se produit dans l'enceinte du dépôt sur une bretelle de pipeline acheminant le produit vers la raffinerie, située à quelques km. Ce phénomène est la conséquence d'un à-coup de pression dans la conduite de 12" ayant entraîné l'ouverture d'une soupape de sécurité et la destruction partielle d'un joint de bride en amont de cette soupape. Cet à-coup de pression est lié à la perturbation d'exploitation du pipeline rencontrée par l'opérateur à la suite d'un violent orage (foudre) en début de soirée dans le secteur de Chalon-sur-Saône. Selon l'exploitant, aucune conséquence notable sur l'environnement n'est constatée, la coordination entre l'opérateur du pipeline et l'exploitant du dépôt étant jugée bonne et l'intervention des équipes du site rapide. Le produit épandu est récupéré, mais une forte odeur a cependant pu générer des nuisances pour le voisinage.

ARIA 30199 - 24-06-2005 - 57 - SAINT-AVOLD

Naf 20.16 : Fabrication de matières plastiques de base

Une coupure d'alimentation du réseau électrique affecte vers 19h50 une usine de matières plastiques de base sur une plateforme pétrochimique. L'interruption, d'une durée longue pour les fabrications en cours (plus de 2 min), entraîne la mise en sécurité des ateliers. Le POI est déclenché. Les unités sont arrêtées à 20h15. Dans ces circonstances, les ateliers envoient les fabrications en cours vers les 2 torchères du site. La combustion des effluents génère d'abondantes fumées qui se dispersent dans l'atmosphère avec des conditions météorologiques orageuses particulières. Les groupes diesel de sécurité de l'atelier polystyrène assurant le relais dans ce cas ne démarrent pas assez vite pour assurer le refroidissement des réacteurs des lignes 1 et 2 durant la phase d'arrêt de l'atelier. Un emballement de réaction se produit, les disques de rupture de 2 réacteurs de la ligne 1 et d'un 3ème sur la ligne 2 éclatent, entraînant l'émission à l'atmosphère de 8 t de styrène. Les conditions météo étant défavorables (vent faible), le nuage inconfortable 3 riverains de la commune de l'Hôpital et 2 personnes de celle de Lauterbach en Allemagne, dont un enfant qui est hospitalisé durant 4 j. Les capteurs proches de la plate-forme pétrochimique ont relevé entre 19 et 21 h des concentrations élevées de poussières, de SO₂ (585 µg/m³ en quart horaire) et d'orthoxyène (535 µg/m³ en quart horaire) correspondant probablement à du styrène (structure chimique voisine).

Les teneurs élevées en SO₂ peuvent être dues à des ateliers du site, mais aussi à la cokerie. En effet, un pot de purge de condensat s'est auto-enflammé vers 16 h sur la canalisation de gaz de la cokerie alimentant la centrale thermique voisine. Les secours ont rapidement maîtrisé la situation. La coupure d'alimentation électrique a entraîné des pertes de production de 0,5 à 2 M.euros.

En application de l'arrêté d'urgence du 6/07/05, l'exploitant a établi un rapport sur les causes de dysfonctionnement des groupes électrogènes, amélioré le séquentiel de démarrage, complété l'étude de danger et le POI. Ces actions ont permis le redémarrage de l'atelier. L'inspection des installations classées propose un arrêté complémentaire étendant à l'ensemble de la plate-forme chimique le contrôle du fonctionnement des groupes électrogènes de secours et la réalisation d'une étude définissant les points d'émission potentiels en cas d'incident, la nature et la quantité des produits pouvant être rejetés.

ARIA 30325 - 18-07-2005 - 59 - DENAIN

Naf 20.11 : Fabrication de gaz industriels

Un feu se déclare sur un réservoir de 9 t d'éthylène dans une usine de fabrication de gaz industriels. Les pompiers maîtrisent l'incendie avec 2 lances et grâce au dispositif d'inertage à l'azote. L'origine de l'inflammation serait une surcharge d'électricité statique liée au temps orageux.

ARIA 30838 - 23-07-2005 - 54 - BLENOD-LES-TOUL

Naf YY.YY : Activité indéterminée

Lors d'un orage, la foudre tombe vers 20 h sur un entrepôt de mobilier scolaire. Le feu prend dans le matériel et le mobilier prêt à être monté et livré à la veille de la rentrée scolaire. Bien que les dégâts matériels soient très importants, les pompiers évitent la propagation du sinistre à un entrepôt voisin.

ARIA 30892 - 09-09-2005 - 13 - CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Une raffinerie perd l'alimentation électrique lors d'un violent orage. Les unités sont mises en sécurité à la suite de l'arrêt des chaudières.

ARIA 30894 - 10-09-2005 - 13 - BERRE-L'ETANG

Naf 20.14 : Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Un violent orage provoque plusieurs incidents sur un site industriel. Le poste général de distribution électrique est foudroyé entraînant de nombreuses perturbations électriques, avec notamment la perte d'équipements, la mise en sécurité de plusieurs installations et par conséquent des émissions à la torche durant plusieurs heures. En début de nuit, 2 feux se déclarent sur une garniture de pompe et sur une ligne calorifugée sans qu'aucune conséquence ne soit relevée. Enfin, les stations d'épuration du site sont confrontées à un important afflux d'eau nécessitant l'installation de barrages flottants sur l'étang proche face aux émissaires de l'usine.

2006

Inflammation spontanée sur un réacteur de solvant.

ARIA 31773 - 18-05-2006 - 84 - SORGUES

Naf 20.16 : Fabrication de matières plastiques de base

Une inflammation se produit sur un réacteur contenant 900 kg de triméthylolpropane au premier étage d'un des bâtiments d'une usine chimique. Le site est évacué. Les énergies sont coupées et la ventilation des locaux est effectuée après la baisse de température du réacteur. Un employé brûlé au 2ème degré au visage et au 1er degré aux bras, est hospitalisé et un autre est en état de choc. D'après les chimistes de l'entreprise, l'accident serait lié à la foudre.

Incendie dans une usine textile

ARIA 33544 - 05-07-2006 - 81 - MAZAMET

Naf 13.99 : Fabrication d'autres textiles n.c.a.

Dans une usine de fabrication de feutres textiles pour l'automobile, un début d'incendie se déclare au niveau du local transformateur comportant une unité de transformation de 630 KVA. L'origine de l'incendie est liée à l'action directe ou indirecte de la foudre sur le site ou dans sa proximité au cours de la journée du 5/07/06. Le feu a été entretenu par la combustion de résidus d'huile contenus dans le bac de rétention réglementaire (volume inférieur à 1 L). Le contrôle de la quantité de diélectrique (sans PCB) contenu dans le compartiment du transformateur, effectué par la société sous-traitante montre que celle-ci est conforme au niveau de remplissage. L'examen du transformateur ne montre pas de boursouflures présentes en cas de coup direct de foudre, l'absence de fuite sur ce transformateur est également la preuve du maintien de l'intégrité de cette unité. La présence de fumée sur le mur et les traces à l'arrière du transformateur montrent que l'incendie a eu lieu dans le bac. Ce début d'incendie pourrait donc s'expliquer par la création d'un arc électrique au niveau du bac et la mise à feu des dépôts d'huile (bac potentiellement souillé). L'étude foudre de l'usine précise que le transformateur doit être protégé par des parafoudres. Ceux-ci sont bien présents sur le poteau d'alimentation du site conformément aux recommandations de l'étude. Leur état montre qu'ils n'ont pas subi de destruction. Cependant, cette étude foudre doit être mise à jour tous les 5 ans, or, la dernière étude date du 7/04/98. Il est donc demandé à l'exploitant de mettre à jour cette étude. Sur le plan technique, l'étude foudre recommande de mettre en place d'autres mesures sur les installations suivantes : interconnecter la cheminée de l'incinérateur aux structures, déposer l'ancienne installation de traitement des poussières, interconnecter le récupérateur de poussières avec les masses de la structure et les candélabres extérieurs avec le réseau de terre du bâtiment, mettre en place des parafoudres sur les circuits de commande et de puissance, sur les circuits des sprinklers automatiques, l'aspirateur et la gaine d'air chaud, l'armoire électrique refroidisseur, les lignes téléphoniques et le secondaire transformateur de puissance. Elle recommande enfin d'installer des sondes de température sur le ventilateur de refroidissement et sur le caisson filtre à charbon.

L'exploitant doit transmettre à l'inspection des IC dans un délai d'un mois le rapport de vérification démontrant que ces protections ont bien été réalisées. Ce site devant déménager prochainement sur une commune voisine, l'inspection des IC rappelle à l'exploitant que le fonctionnement du site reste soumis aux dispositions générales prévues par le code de l'environnement.

Feu sur la toiture d'un chai.

ARIA 32075 - 19-07-2006 - 16 - COGNAC

Naf 46.34 : Commerce de gros de boissons

Un feu, dû à la foudre se déclare vers 20h sur la toiture d'un chai abritant 5 000 hl d'eau de vie. Les flammes se propagent sur 15 m² et menacent d'autres chais. Les secours maîtrisent le sinistre à l'aide de 3 lances, dont une montée sur échelle. Ils mettent en place des dispositifs d'éclairage, dégarnissent la toiture sur 40 m², utilisent une caméra thermique pour parfaire l'extinction et surveillent le site durant le reste de la nuit. Un pompier se blesse lors de son intervention.

Pollution des eaux.

ARIA 32016 - 24-07-2006 - 80 - AMIENS

Naf 37.00 : Collecte et traitement des eaux usées

Un rejet d'eaux résiduelles noires pollue la SELLE dont la faune aquatique est mortellement atteinte. L'alerte est donnée le lendemain matin. La pollution fait suite à la défaillance d'un poste de relevage de la station d'épuration municipale et à un déversement direct des effluents résiduels d'une teinturerie dans le milieu naturel via le trop-plein.

Le disjoncteur général du poste, alors à l'arrêt, est à l'origine de l'accident. Sa mise sous tension permet un retour à la normale. Ce dysfonctionnement serait dû soit au vandalisme (traces de coups repérés sur l'armoire électrique), soit aux fortes chaleurs. La télésurveillance du réseau fonctionnait en mode dégradé,

un orage quelques jours plus tôt ayant détruit l'équipement de télétransmission de la station de relèvement, les informations de défauts ne parvenaient plus au poste de surveillance.

Ces organes de sécurité n'avaient pas été remplacés, l'atelier de maintenance étant en rupture de stock après de nombreux remplacements d'équipements en raison des fréquents orages depuis le début du mois.

Perte de la gestion des alarmes depuis le poste de commande centralisé /effets indirects de la foudre

ARIA 32624 - 26-07-2006 - 76 - LE GRAND-QUEVILLY

Naf 46.71 : Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

Un orage se déclare à proximité d'un dépôt de liquides inflammables protégé par un paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA). Les effets indirects de la foudre endommagent une des 4 cartes d'interface de l'ordinateur. Cette carte était interfacée avec le réseau bus rapatriant les alarmes de sécurité de niveau haut des réservoirs des dépôts. L'exploitant détecte le dysfonctionnement au moyen de la supervision du dépôt lui indiquant le défaut de communication. L'exploitant ne dispose pas de carte de secours et ne peut la remplacer rapidement. Il informe l'ensemble des personnels d'exploitation et demande le renforcement de la vigilance lors du suivi des feuilles de cadence.

L'exploitation se poursuit ainsi pendant 5 jours avant le remplacement effectif de la carte d'interface de l'ordinateur.

L'ensemble des alarmes de sécurité de 4 des 6 dépôts de la société implantés dans un périmètre de quelques kilomètres sont retransmises sur un ordinateur de supervision au bureau des opérateurs, afin que ceux-ci soient avertis par signal sonore du déclenchement d'une alarme sur l'un des 4 sites et informés par une vue du site indiquant sur l'ordinateur de supervision quel type d'alarme est déclenchée. Ces alarmes sont rapatriées soit par modem à l'aide du réseau filaire, soit par un système de communication radio hertzien ou par liaison filaire via un protocole. Les alarmes de niveau haut des bacs, les détections d'hydrocarbures liquides des cuvettes de rétention et les détections incendie des locaux électriques sont ainsi retransmises. L'ordinateur de supervision possède 4 cartes d'interface raccordées en liaison filaire courte avec modems, convertisseurs, interfaces avec les réseaux ou bus précédemment cités. Il est alimenté en 220 V mono non secouru.

La liaison modem passe par le répartiteur téléphonique. Les alarmes remontées à l'ordinateur de supervision sont renvoyées de façon synthétisée vers le chef-opérateur par l'autocom à l'aide d'un boîtier de numérotation vers son téléphone mobile. La carte endommagée n'était pas protégée contre les effets indirects de la foudre.

Suite à cet incident, l'exploitant conserve une carte supplémentaire en secours et met en place les recommandations de l'étude des effets indirects de la foudre réalisée en avril 2006 consistant en la protection, principalement au moyen de parafoudre, de l'ordinateur de supervision, des centrales de regroupement des alarmes, des capteurs et des locaux techniques, des pompes incendie de 3 dépôts, du groupe électrogène de 2 sites et du système d'extinction « hall fût » de l'un d'eux.

N° 32198 - 04/09/2006 - FRANCE - 91 - ETAMPES

E38.22 - Traitement et élimination des déchets dangereux

Dans un centre d'équarrissage à l'arrêt depuis le samedi 2/09, le vigile aperçoit à 3 h un départ de feu dans 100 t de farines animales stockées dans un entrepôt (300 m²). Il prévient sa hiérarchie qui alerte les pompiers. L'incendie est maîtrisé en 2 h. Les 150 m³ d'eaux d'extinction confinées dans le bassin de prétraitement de la station d'épuration du site sont réintégrées dans le procédé de l'industriel et stérilisées. Des dommages matériels sont à déplorer. La destruction partielle du plafond d'un local de 100 m² rend impossible la transformation des produits animaux liée à l'activité d'équarrissage. Le sol du dépôt étant étanche, aucune pollution des eaux souterraines ou du sol n'est à craindre. La température d'inflammation des farines animales est voisine de 160 °C. Les conditions météorologiques lors du sinistre ne laissent pas envisager une combustion spontanée. La température de stockage ne dépassant pas 60 °C, seul un apport de farines chaudes sortant du process aurait pu expliquer une élévation soudaine de température. Mais, l'absence d'apport pendant les 24 h précédant le début de l'incendie rend l'hypothèse d'une auto combustion très peu probable. En revanche, des graisses mélangées avec les farines animales peuvent abaisser le point de combustion du mélange. Dans l'attente d'être traité, un mélange graisses/farine était stocké depuis 4 semaines, ce qui est inhabituel pour cet établissement. Ce stockage exceptionnel résulte de la panne de l'automate dégraissant les farines due, selon l'exploitant, à la foudre qui avait frappé le site vers le 14/07. La police effectue une enquête. Le POI de l'établissement en cours d'élaboration intégrera les conséquences de l'accident.

2007

FUITE SUR TRANSFORMATEUR AU PCB

ARIA 36473 - 10-05-2007 - 39 - LES HAYS

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

Lors d'un orage, une surtension atmosphérique provoque un court-circuit interne sur un transformateur électrique et détériore la cuve de diélectrique : 30 l d'huile minérale ayant une teneur en polychlorobiphényle (PCB) de 1 270 mg/kg s'écoulent dans le terrain agricole situé devant l'équipement.

Le transformateur est démonté, transporté dans un bac étanche puis mis en dépôt avant élimination par une entreprise agréée. Les terres polluées, 10 m² sur 15 cm de profondeur, sont excavées et stockées dans des big-bags étanches dans l'attente des résultats d'analyses puis sont éliminées dans la filière appropriée. Les secours installent une bâche sur la partie de terre excavée et la zone est balisée pour éviter l'intrusion de personnes. Deux prélèvements de terre sont réalisés : l'un dans la terre excavée pour connaître la concentration en PCB des terres à traiter, l'autre en surface du fond de fouille pour s'assurer que tout le sol pollué a été excavé. Le 12 mai, l'exploitant du champ de blé voisin fauche la zone située à proximité du transformateur afin d'éliminer tout risque de pollution dû à des projections d'huile. Cet accident a également entraîné une coupure d'alimentation électrique pour les 280 riverains du village voisin. Ils ont été réalimentés par un groupe électrogène, 8 h plus tard, en attendant le remplacement du transformateur le 11 mai.

Feu de broyeur à bois.

ARIA 33011 - 26-05-2007 - 43 - LES VILLETES

Naf 43.11 : Travaux de démolition

Dans une entreprise de travaux publics, la foudre s'abat sur un garage et endommage un aérotherme à gaz situé sous la toiture. La canalisation d'alimentation en gaz s'enflamme et l'incendie se propage à un broyeur à bois. Un automobiliste donne l'alerte et un employé ferme la vanne d'alimentation. Les pompiers interviennent et maîtrisent le sinistre en 1 h à l'aide de 3 lances à mousse puis refroidissent le stockage de pneus à titre préventif. Aucun chômage technique n'est à déplorer.

Coup de foudre sur un gazoduc

ARIA 37356 - 05-06-2007 - 19 - MAUSSAC

Naf 49.50 : Transports par conduites

Un coup de foudre endommage un gazoduc (pression 67,7 bar ; DN 100) et est à l'origine d'une fuite de gaz naturel.

Incendie dans une usine de fabrication d'aliments pour animaux de ferme

ARIA 33092 - 09/06/2007 - 02 - VERVINS

46.21 - Commerce de gros de céréales, de tabac non manufacturé, de semences et d'aliments pour le bétail

La foudre atteint un transformateur électrique desservant un silo d'une coopérative agricole, provoquant une fuite de 357 kg de PCB (polychlorobiphényle). Le produit se déverse dans le bac de rétention du transformateur puis en déborde et s'écoule dans la bouche d'égout située à quelques mètres. Les secours obturent les égouts, établissent un périmètre de sécurité de 100 m, entraînant l'évacuation de 10 riverains et de 4 personnes d'entretien de la société. Cinq personnes travaillant près du lieu de l'incident et ayant marché dans le produit, dont 1 avec contact direct sur l'avant-bras, sont transportées vers le centre hospitalier de St Quentin pour être décontaminés. Les riverains regagnent leurs domiciles et restent confinés. Pour éviter une contamination par les égouts pluviaux, la conduite sera nettoyée par une société spécialisée.

ARIA 33120 - 06/06/2007 - 47 - LE PASSAGE

10.91 - Fabrication d'aliments pour animaux de ferme

Dans une usine de fabrication d'aliments pour animaux de ferme, un feu se déclare vers 20h30 sur un transformateur électrique et se propage aux combles du bâtiment et à la gaine d'aspiration du biofiltre de 1,6 m de diamètre sur 100 m de long enflammant les dépôts de poussières et de graisses animales qui s'y trouvent. Le personnel est évacué. Toutes les aspirations sont arrêtées pour éviter un phénomène de "tirage" et les vannes au niveau de la gaine d'aspiration du filtre biologique sont fermées pour empêcher la propagation du feu à d'autres ateliers. Les secours travaillent sur 3 secteurs : attaque du feu, protection des silos et reconnaissance dans les silos à l'aide d'une caméra thermique. Ils rencontrent des difficultés pour l'extinction du feu à l'intérieur de la gaine mais maîtrisent finalement le sinistre vers 0h30. Ils éteignent les points chauds résiduels, surveillent le site pendant la nuit et quittent les lieux à 8h15. Les eaux d'extinction

sont dirigées vers la lagune de stockage. Deux pompiers sont légèrement blessés et d'importants dommages matériels sont à déplorer au niveau de la gaine d'aspiration du biofiltre, des moteurs d'entraînement des cuiseurs, de la salle du transformateur et des 2 armoires de commandes des cuiseurs. L'accident est aussi à l'origine de la perte de flore dans le média de tourbe et bruyère du biofiltre entraînant son dysfonctionnement et donc des nuisances olfactives pour lesquelles des plaintes sont déposées les jours suivants. Outre les conséquences techniques évaluées à 841 400 euros, les pertes d'exploitation sont estimées à 140 000 euros : 634 t de matières de catégories 1 et 2 et 379 t de sang détruites. Ces matières sont traitées par des sociétés spécialisées. L'incendie est dû à un condensateur qui a pris feu, probablement suite aux variations de tension provoquées par les orages particulièrement importants de la nuit précédente. L'exploitant crée un nouveau local extérieur pour le transformateur indépendant des ateliers, plus facile d'accès et dans une ambiance thermique plus appropriée. Il pose des vannes d'isolement sur les tuyauteries d'aspiration sensibles des appareils menant à la gaine d'aspiration du biofiltre afin de limiter la propagation d'un feu vers la gaine principale d'aspiration, évitant ainsi des dégâts supplémentaires sur les outils de traitement environnementaux. Il met en place une surveillance accrue des échauffements en faisant effectuer des mesures par thermographie à infrarouge par une société spécialisée en plus des mesures de températures déjà faites en interne sur le matériel électrique. Enfin, il augmente la fréquence de nettoyage des gaines de meunerie.

ARIA 33277 - 19/07/2007 - 42 - SOUTERNON

01.50 - Culture et élevage associés

Un feu se déclare vers 20h20 dans un bâtiment agricole. Les secours éteignent l'incendie en 2 h avec 3 lances à débit variable puis déblaient les décombres. Un compteur électrique atteint par la foudre est à l'origine du sinistre.

ARIA 33604 - 09/07/2007 - 59 - MARDYCK

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Dans une usine pétrochimique, 60 t d'éthylène hors spécification brûlent à la torche entre 11h15 et 17 h à la suite de la mise en sécurité du méthaniseur de l'unité de vapocraquage après un coup de foudre. Des travaux effectués sur l'une des chaudières de l'usine ne permettent pas l'effacement à la vapeur du torchage ; un nuage de fumées est visible à plusieurs kilomètres. Le méthaniseur convertit par catalyse au nickel de l'hydrogène (H₂) et du monoxyde de carbone (CO) en méthane (CH₄) et en eau (H₂O) à une température voisine de 230 °C. L'H₂ ainsi épuré du CO peut convertir l'acétylène en éthylène, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il est pollué en CO. L'éthylène respectant une spécification assez sévère (5 ppm d'acétylène max.) est ensuite transformé en polyéthylène. Le jour de l'incident à 11h15, le coup de foudre entraîne la mise en sécurité du méthaniseur sur sécurité de température haute ; l'insuffisance de production d'H₂ permettant l'hydrogénation de l'acétylène entraîne la production importante d'éthylène hors spécification qui nécessite son brûlage à la torche compte-tenu de l'absence de dispositif de stockage sur le site. A 12 h, l'unité est remise en fonctionnement mais une sous-estimation du temps de remise en charge de l'installation entraîne la production d'éthylène hors spécification et par conséquent son envoi à la torche jusqu'à 17 h.

2008

Fuite de gaz enflammée suite à la foudre.

ARIA 34889 - 11-07-2008 - 68 - COLMAR

Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Vers 19h45, la foudre frappe une canalisation de transport de gaz située à proximité de champs de vignes. Du gaz se répand dans le sol et entraîne une fuite de gaz enflammée. La canalisation, qui dessert deux sites industriels ainsi que 4 communes, est enterrée à 1 m de profondeur sous un chemin goudronné situé entre une forêt d'acacias et des champs de vignes. Un périmètre de sécurité est mis en place.

Le lendemain en fin de matinée, des flammèches sortent toujours de terre sur une zone de 15 m² autour de la fuite, lorsque les pompiers et les agents du service technique du gaz parviennent à colmater la brèche. Les travaux de réparation ne nécessitent pas de coupure de gaz et sont achevés en fin d'après-midi.

Pâle brisée par la foudre sur une éolienne.

ARIA 42904 - 19-07-2008 - 55 - ERIZE-LA-BRULEE

Naf 35.11 : Production d'électricité

En fin d'après-midi, une trentaine de débris en fibre de verre est retrouvée au sol à 150 m d'une éolienne. Le maire prévient la préfecture de la Meuse et la Protection civile vers 19h15 et l'équipe de permanence de la société exploitant le parc arrête l'éolienne à 19h45. Les projectiles, dont le plus gros mesure 5 m de long et pèse 50 kg, proviennent de l'extrémité d'une pale touchée par la foudre.

Transformateur frappé par la foudre et déversement d'huile contenant des PCB

ARIA 34966 - 24-07-2008 - 34 - JONCELS

Naf 49.10 : Transport ferroviaire interurbain de voyageurs

La foudre tombe vers 22h15 nuit sur un transformateur de 2 MW d'un poste électrique de la société de chemin de fer provoquant une surtension sur le réseau électrique et la rupture des soudures à 4 endroits situés en partie basse de l'équipement, qui ne dispose pas de rétention, permettant l'écoulement du diélectrique caractérisé par une teneur en PCB (polychlorobiphényles) de 124,5 ppm. Les pompiers, sur place à 2 h, mettent en place des bacs de récupération et des merlons en sable pour contenir les 6 000 l d'huile qui se sont déversés sur le sol.

La société de chemin de fer diligente en interne des équipes pour récupérer le liquide restant dans le transformateur, celles-ci interviennent vers 8 h du matin. Les analyses réalisées par les services sanitaires sur les captages publics alimentant la commune en eau potable s'avèrent négatives.

L'Inspection des installations classées constate les faits et demande la mise en place d'une digue en contrebas de la plate-forme remblayée du poste électrique. Suite à ces actions, le rejet semble résorbé. Un contrôle visuel du champ et de la rivière proches ne permet pas de détecter la présence de diélectrique. Une société spécialisée récupère et conditionne 3 000 l de produit et excave les terres polluées.

Le 17/08/08, des promeneurs constatent un écoulement au pied du mur de soutènement de la plateforme. Par précaution, le Maire interdit, par arrêtés municipaux, l'accès au chemin passant auprès de la plate-forme et en contrebas duquel coule le GRAVEZON et un ruisseau, le pâturage dans le champ en contrebas ainsi que la consommation de fruits et légumes récoltés dans le potager voisin.

L'Inspection constate la présence d'eau chargée en PCB dans la rétention en sable construite suite à l'incident. Elle contrôle la mise en œuvre des mesures d'urgence prescrites : création de 2 bassins de récupération des ruissellements munis de bâches en contrebas du chemin jusqu'au niveau de la base du mur soutènement de la plate-forme, surveillance, pompage et évacuation des eaux souillées, création d'une tranchée de 30 m en aval des bassins dans le champ en contrebas pour vérifier l'absence de diffusion de PCB dans cette zone, excavation des terres aux endroits techniquement accessibles, évacuation des transformateurs du poste électrique contenant des PCB, analyses des eaux et des sols, réalisation de forages dans le remblai de la plate-forme pour s'assurer de l'absence de poche de diélectrique. Elle demande également un diagnostic des sols et le suivi des travaux par un hydrogéologue. Bien qu'elles ne présentent visuellement pas de trace de PCB, les eaux de la nappe superficielle récupérées dans la tranchée de 30 m seront, par précaution, traitées sur charbon actif. La tranchée sous le mur de soutènement sera allongée suite à la détection de points de rejets aux extrémités de la paroi, 5 à 6 m³ d'eaux souillées seront pompées et les analyses des eaux de surface et des sols s'avéreront négatives.

Feu de bâtiment agricole

ARIA 34960 - 27-07-2008 - 52 - CUSEY

Naf 01.50 : Culture et élevage associés

Un feu se déclare à 19h20 dans un bâtiment agricole de 1 500 m² abritant plusieurs tonnes de fourrage. Les pompiers puisent l'eau d'extinction dans la rivière et maîtrisent le sinistre à l'aide d'une lance, après 3

h d'intervention. Le bâtiment est détruit. Une surveillance est effectuée toutes les 3 h pendant la nuit et les jours qui suivent pour éviter toute reprise du feu. Les secours déblaient les lieux. L'incendie semble avoir été provoqué par la foudre tombée sur la ligne électrique surplombant le hangar.

Coupure de l'alimentation électrique et panne des réseaux GSM

ARIA 36275 - 01-08-2008 - 39 - COMMENAILLES

Naf 23.32 : Fabrication de briques, tuiles et produits de construction, en terre cuite

Dans une tuilerie, des employés détectent vers 11 h des fumées se dégageant d'un local électrique.

Les pompiers arrivent 10 minutes plus tard ainsi que le service de l'électricité. L'alimentation électrique est coupée et le site consigné. Lorsque les pompiers rentrent dans le local technique, ils font face à de nombreuses flammes et décident d'éteindre le feu avec de la mousse carbonique.

Un impact direct de la foudre sur le site, aux alentours de 10h30 serait à l'origine de l'événement. Cet impact serait localisé autour d'un paratonnerre, non loin du poste électrique. Une remontée de courant dans le poste électrique, probablement par la terre, aurait provoqué l'incendie d'une batterie de condensateur et le gonflement d'un transformateur.

Les conséquences de l'accident sont importantes. En effet, seules 3 lignes téléphoniques analogiques fonctionnent et sont très rapidement saturées en appel et réception. L'antenne d'un opérateur de téléphonie mobile alimentée par l'usine est également affectée. Concernant les aspects particuliers affectant la production de l'usine, les fours sont arrêtés sans ventilation artificielle. Les dispositifs de protection anti-intrusion du site sont aussi hors service (vidéo-surveillance, fermeture portails, alarmes, ...).

A la suite de cet événement, l'exploitant fait réaliser une étude foudre de ces installations. Cette dernière indique qu'un paratonnerre existant n'est pas efficace car il a été posé antérieurement à plusieurs modifications intervenues sur le site. L'industriel devra modifier ses installations en conséquence. Une réflexion globale sur la mise en place de paratonnerres, descentes, prises de terre, l'interconnexion des réseaux de terre en fond de fouille devra également être menée.

Les pertes économiques subies par l'exploitant sont estimées à 550 000 euros.

Incendie dans une cimenterie

ARIA 35090 - 12-08-2008 - 07 - LE TEIL

Naf 23.51 : Fabrication de ciment

Des hydrocarbures polluent un bras mort du RHONE, à proximité d'une cimenterie, à la suite de forte précipitation. Le polluant est également visible le long de la lône jouxtant un bassin de rétention depuis la surverse bassin jusqu'au déversoir dans le bras mort du fleuve, ainsi que dans le bassin lui-même et dans un caisson où se trouvent des pompes de relevage. Les pompiers mettent alors en place durant les journées du 13 et 14 août plusieurs barrages flottants pour contenir la pollution afin qu'elle n'atteigne pas le RHONE en cas de pluie.

Selon l'exploitant, de multiples causes sont à l'origine de l'accident : pompes de relevage à l'arrêt suite aux dégâts électriques subis lors d'un orage le 11 août, présence d'un tuyau de jonction entre l'aire de rétention de cuves et le local de pompes combustibles, précipitation abondante, débit d'eau en entrée de bassin très important, sécurité de conception du bassin par rapport au liner d'étanchéité.

A la suite du sinistre, l'exploitant met en place un plan d'actions consécutif à l'analyse des causes de l'incident. Ce dernier prévoit les mesures suivantes : obturation de la conduite reliant l'aire de rétention des cuves combustibles, installations d'un système d'obturation de la surverse du bassin décantation, mise en place d'un barrage flottant permanent dans le bassin de décantation, remise en

état des pompes endommagées, mise en place d'une alimentation de secours des pompes de relevage, mise en place d'un système d'éclairage, procédure d'astreinte qui prévoit une visite des décanteurs déshuileurs et des pompes de relevage, processus de vidange des aires de rétention suite à un orage. Une réflexion pour couvrir l'aire de rétention est également engagée.

Destruction d'un transformateur par la foudre dans une station d'épuration urbaine

ARIA 35401 - 02-10-2008 - 56 - MISSIRIAC

Naf 37.00 : Collecte et traitement des eaux usées

Un impact de foudre détruit un transformateur dans une station d'épuration urbaine.

Le fluide du transformateur contenant du PCB est contenu dans la rétention mais l'arrêt de l'alimentation électrique entraîne l'arrêt des pompes de relevage de l'effluent urbain qui se déverse pendant 19 heures directement dans le canal de Nantes à Brest. Ce rejet d'effluent brut d'un volume de 200 m3 est estimé à 150 kg de DCO, 16 kg d'azote exprimé en NKT et 2 kg de phosphore. La police des eaux constate que la pollution s'étend sur 400 m en aval de la STEP. Il n'y a pas de mortalité de poisson observée par ce service.

Incendie suite à un impact de foudre

ARIA 35671 - 06-11-2008 - 06 - GILETTE

Naf 20.14 : Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

A 17h40, un feu se déclare dans le local d'archives situé à 200 m à l'extérieur d'une usine chimique à la suite d'un impact de foudre. Les pompiers du site, puis les pompiers externes procèdent à l'extinction du sinistre. Un tiers des archives (non critiques) est perdu. L'exploitant informe à 17h45 la DRIRE et le maire de la survenue de l'incendie.

Feu de toiture d'un méthaniseur.

ARIA 35673 - 06-11-2008 - 06 - GRASSE

Naf 10.89 : Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.

Les employés d'une usine de produits alimentaires détectent vers 7 h un départ de feu sur le toit d'un méthaniseur de 500 m³ implanté dans la station d'épuration du site. Le personnel alerte les pompiers qui maîtrisent l'incendie, puis inertent le ciel gazeux (méthane) du réservoir avec de l'azote.

Un épisode orageux important s'étant produit dans la nuit, l'exploitant pense que la foudre pourrait être à l'origine du feu. Constatant cependant que le compteur de coups de foudre du paratonnerre de la station est resté à zéro, il demande un diagnostic complet de son "installation foudre".

Coupure de l'alimentation électrique affectant le fonctionnement d'une usine.

ARIA 38391 - 20-12-2008 - 38 - JARRIE

Naf 24.45 : Métallurgie des autres métaux non ferreux

Lors d'un orage, un amorçage endommage un poste électrique alimentant en 63 kV une usine fabriquant du zirconium, la privant ainsi d'électricité pendant plus de 17 heures. Le POI n'est pas déclenché mais l'exploitant déclare avoir réagi comme tel. Cette coupure impacte également une usine voisine fournissant la société en air comprimé (ARIA 38402). Son alimentation électrique est rétablie au bout de 2 heures. Le basculement de secours est réalisé, pour les unités de fabrication comprenant des réacteurs, par remise en pression du réseau d'air comprimé avec de l'argon.

L'objectif de cette alimentation de secours est de garder la maîtrise des vannes de sécurité équipant les réacteurs.

Une partie des équipements alimentés par le transformateur endommagé est normalement secourue par un groupe électrogène de 500 kW à démarrage automatique sur coupure électrique. Ce groupe n'a pas démarré car sa batterie s'est avérée défectueuse alors qu'elle avait fait l'objet d'un contrôle 2 semaines plus tôt. Il a pu être mis en service seulement 4 heures après le début de la coupure électrique. L'amorçage a affecté un combiné de mesure situé en aval de la connexion des alimentations normale et de secours de l'usine. L'alimentation de secours est dans ce cas inopérante.

Par ailleurs, les contrôles réalisés par la société de maintenance des groupes électrogènes ne prévoyaient pas de test de coupure électrique et de mise en service du groupe.

L'inspection des installations classées demande à l'exploitant :

- De modifier le contrat de maintenance et de réaliser un essai hebdomadaire de démarrage des groupes puisque celui de l'unité n'a pas démarré automatiquement à la suite de la coupure électrique ;
- De réaliser l'inventaire des équipements importants pour la sécurité ;
- D'actualiser les équipements devant être secourus ;
- De corriger l'alimentation de secours qui s'est trouvée inopérante puisque l'amorçage a affecté un combiné de mesure situé en aval de la connexion des alimentations normales et de secours de l'usine.

2009

Choc électrique sur un dépôt pétrolier

ARIA 36096 - 16-04-2009 - 73 - CHIGNIN

Naf 46.71 : Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

Lors de sa ronde de surveillance dans un dépôt pétrolier par temps d'orage, un employé reçoit une décharge électrique. Un examen médical révèle une trace au niveau de la main droite accompagnée de douleurs au niveau de la poitrine et d'un engourdissement du bras droit.

Plusieurs hypothèses sont envisagées pour expliquer les symptômes : foudre, défaut électrique sur le dépôt, malaise d'origine cardiaque...

Les mesures immédiates mises en place sont : l'interdiction d'accès de la zone d'incident pour le reste de la nuit, la déconnexion des prises de courant situées à proximité qui sont disjonctées, la télésurveillance du site par la société de gardiennage. Le lendemain, les motorisations incendie du manifold sont testées en pilotage à distance et ne révèlent aucune anomalie.

Un choc électrique indirect lié à la proximité d'un épisode orageux est la thèse privilégiée. Cette hypothèse est confirmée par des relevés d'impacts de foudre à moins de 4 km au moment des faits, ainsi que le basculement sur réseau ondulé d'une installation voisine. Ce choc peut avoir été favorisé par le parapluie et avoir plusieurs origines : transmission d'un potentiel électrique par la voie ferrée proche, "électrisation" de l'air ambiant.

Après cet incident, l'exploitant prend un certain nombre de mesures dont l'interdiction de circuler en cas d'orage, valable pour toutes les personnes présentes sur le site (personnel, employés extérieurs, visiteurs). L'indication de situation orageuse est donnée par l'alarme du détecteur foudre et confirmée par un constat visuel. L'utilisation de parapluie sur le site est également interdite.

Foudre sur un transformateur au PCB

ARIA 37168 - 04-05-2009 - 25 - LES ECORCES

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

La foudre frappe un transformateur avec une teneur en PCB de 443 mg/kg et provoque un suintement du diélectrique par les bornes HTA mais sans écoulement sur le sol. L'exploitant fait éliminer le transformateur via une filière agréée. L'inspection des installations classées demande par ailleurs un bordereau d'élimination.

Incendie dans un garage automobile

ARIA 36227 - 06-06-2009 - 42 - RIORGES

Naf 45.20 : Entretien et réparation de véhicules automobiles

Un feu se déclare vers 1 h dans un garage automobile de 900 m². Les pompiers éteignent l'incendie vers 9 h ; l'intervention des secours a été retardée en raison de la présence d'un chien de garde dans l'établissement. La moitié du bâtiment est sinistrée et une partie de la toiture en fibrociment s'est effondrée ; 20 véhicules sont détruits. La surface de vente et le secteur administratif du garage n'ont pas été affectés par l'incendie. Selon la presse, une surtension électrique due à un orage pourrait être à l'origine du sinistre.

Inflammation de gaz à la sortie d'un évent de bac de pétrole brut sur un site d'extraction

ARIA 36304 - 25-06-2009 - 51 - VERT-TOULON

Naf 06.10 : Extraction de pétrole brut

Vers 21h00 sur un site d'extraction de pétrole (2 puits) comprenant 3 bacs de stockage du pétrole brut (2 de 90 m³ et 1 de 100 m³), la foudre enflamme les gaz chauds sortant de l'un des évents du bac central de 90 m³. Un riverain donne l'alerte. Le personnel de permanence stoppe la production du puits qui a pour conséquence l'arrêt de la production de gaz au niveau des évents du bac et l'extinction des flammes vers 21h30 sans utilisation d'eau.

Les secours et la gendarmerie se rendent sur place et l'inspection des installations classées est informée. Le site est équipé d'un paratonnerre installé sur le mât d'éclairage (plus haut que les bacs). Chaque réservoir est doté de pare-flammes et les évents dépassent de 2 m au-dessus du toit pour limiter le risque d'échauffement et de propagation au bac en cas d'incendie.

L'inspection des installations classées demande une analyse de l'incident à l'exploitant.

Ce dernier prévoit de renforcer le dispositif de protection contre la foudre sur la base d'études complémentaires et d'installer un système de détection d'allumage (sonde de température) avec arrêt automatique des puits de production.

Après inspection et nettoyage, le pare-flamme qui ne présente pas de déformation est remonté et le bac est remis en service le lendemain.

Feu dans un atelier de transformation de viande

ARIA 36555 - 14-07-2009 - 03 - TOULON-SUR-ALLIER

Naf 10.11 : Transformation et conservation de la viande de boucherie

Un feu se déclare vers 11h55 dans un bungalow à usage de bureau et se propage à l'atelier d'une usine de transformation et conservation de viande. Les pompiers éteignent l'incendie avec 2 lances et un élu se rend sur place. Les employés ne sont pas en chômage technique ; aucune précision n'est donnée quant aux dommages éventuels subis par les installations de réfrigération. La foudre serait à l'origine du sinistre.

Panache de fumées important dans une usine d'incinération de déchets

ARIA 36770 - 15-07-2009 - 13 - FOS-SUR-MER

Naf 38.22 : Traitement et élimination des déchets dangereux

Une brusque coupure d'électricité lors d'un orage, provoque l'arrêt du ventilateur de la ligne d'incinération d'une usine de traitement des déchets dangereux. Les sécurités s'enclenchent automatiquement : arrêt de l'injection des déchets dans le four, ouverture du clapet de sécurité de la post combustion et arrêt complet de l'unité. Par contre l'onduleur permettant la commande du variateur du ventilateur de la ligne s'est mis en défaut, rendant le ventilateur hors service et provoquant un important panache de fumées lors de l'ouverture du clapet de sécurité post-combustion.

Incendie dans un élevage

ARIA 37217 - 26-08-2009 - 38 - CROLLES

Naf 01.41 : Élevage de vaches laitières

Vers minuit, la foudre tombe sur un bâtiment d'une exploitation agricole. Un feu se déclare au niveau de la réserve de paille et de fourrage. Les secours maîtrisent l'incendie puis assurent une surveillance pendant 26 h. Le bâtiment et son contenu sont détruits : paille et fourrage, camion frigorifique et 7 veaux.

Impact de foudre sur une usine chimique

ARIA 37499 - 07-11-2009 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER

Naf 20.15 : Fabrication de produits azotés et d'engrais

Vers 13h40, la foudre frappe 4 paratonnerres dans une usine chimique classée Seveso, provoquant une coupure d'électricité. Une partie des capteurs des stockages d'ammoniac (NH₃) est endommagée, provoquant le déclenchement des séquences de sécurité des installations correspondantes. La centrale de détection incendie des équipements de stockage est également endommagée. Les installations de production d'urée et d'NH₃ ne se sont pas déclenchées en raison de la présence d'un alternateur qui a fourni la puissance électrique nécessaire.

Dans l'attente du rétablissement des moyens de détection, l'exploitant prend plusieurs mesures :

- remise en service des stockages en shuntant les détecteurs endommagés avec présence
- permanente d'un opérateur en salle de contrôle du stockage d'NH₃, visite une fois par poste des
- locaux électriques dont la détection incendie n'est plus opérationnelle, interdiction de chargement des wagons, camions (NH₃, alcali) et bateaux, arrêt de la production d'alcali.

Les 4 impacts enregistrés sur 4 paratonnerres distincts du site peuvent s'expliquer par une ramification de l'arc en retour (coup de foudre). Une autre explication, à confirmer néanmoins, est que l'arc en retour n'ait frappé qu'un seul paratonnerre ou toute autre installation, et que le courant de foudre en s'écoulant dans le sol, ait provoqué une élévation suffisante des potentiels de terre pour provoquer des remontées de courant par les prises de terre, dans les installations de protection foudre. Un tel phénomène pourrait provoquer l'incréméntation des 4 compteurs coup de foudre.

L'inspection des installations classées note que l'étude préalable foudre est insuffisante et demande à l'exploitant d'en réaliser une nouvelle dans les plus brefs délais. L'exploitant devra également constituer un stock de rechange pour les équipements de sécurité.

2010

Feu de bâtiment industriel

ARIA 38115 - 29-04-2010 - 76 - AUMALE

Naf 23.13 : Fabrication de verre creux

Un feu se déclare vers 23h30 dans un bâtiment industriel. Une soixantaine de pompiers déploie un dispositif important et coupe la RD 49. La présence de bois, de solvants et d'emballages complique l'intervention. L'extinction se poursuit toujours à 5 h quand des engins de chantier commencent à déblayer les lieux. Des moyens hydrauliques d'extinction opèrent par intermittence à 13h30. Le déblaiement s'achève à 18h15. Une équipe de pompiers reste en surveillance, puis considère le feu éteint, permettant ainsi la réouverture de la D 49. Une entreprise locale se charge du déblaiement et du tri des déchets : verre, métal (composants de meubles mais aussi du bâtiment - bardage, poutre...), bois et cartons calcinés.

Les entrepôts des 2 entreprises représentant une surface de 3 000 m² sont détruits. Un mur coupe-feu a permis de préserver les outils de production et les locaux administratifs, mais 46 personnes sont en chômage technique pour l'entreprise de verre et 9 pour celle d'ameublement.

La foudre serait à l'origine du sinistre. En effet, 47 points d'impact ont été relevés sur la commune. Toutefois, il ne peut être établi si l'accident a été provoqué par un impact de foudre directement sur le bâtiment ou sur le réseau électrique.

Incendie d'une menuiserie

ARIA 38255 - 25-05-2010 - 40 - MANT

Naf 31.09 : Fabrication d'autres meubles

Dans une menuiserie soumise à déclaration, un feu se déclare à la suite d'un orage. Le feu est éteint, mais le bâtiment est détruit. Il n'y a pas de chômage technique prévu.

Incendie d'un élevage suite à un orage

ARIA 38433 - 10-06-2010 - 44 - VIEILLEVIGNE

Naf 01.47 : Élevage de volailles

Vers 11 h, la foudre s'abat sur un poulailler de transit de 1 190 m². Un feu se déclare et sa propagation à l'ensemble du bâtiment est facilitée par l'inflammation et l'explosion des systèmes de chauffage radiant alimentés au gaz. Le bâtiment est détruit et les 3 000 canetons âgés de 1 à 3 jours périssent.

Fuite de PCB sur un transformateur

ARIA 38563 - 03-07-2010 - 59 - BETTRECHIES

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

A 6h09, un transformateur moyenne tension est touché par la foudre. Une alarme se déclenche au centre de conduite des réseaux électriques de Boulogne-sur-Mer. Le liquide diélectrique contenu à l'intérieur du transformateur se répand sur le sol et souille 20 m² de sol, une haie ainsi que 500 m d'un ruisseau qui se jette dans l'HOGNEAU. Les services de l'électricité se rendent sur les lieux. Les pompiers posent 2 barrages sur le cours d'eau et des buvards sur le sol.

Des bovins étant susceptibles d'avoir ingéré de l'eau contaminée, les services vétérinaires sont alertés.

Une coupure d'électricité est nécessaire afin de pouvoir démonter et remplacer le transformateur. Les municipalités de Bellignies et Bettrechies sont informées. Cette coupure de 2 h n'impacte finalement que 30 abonnés (dont 2 professionnels, aucune incidence sur leur activité).

Des analyses des eaux et des terres en PCB sont réalisées par un laboratoire. L'échantillon des terres pris au pied du transformateur présente une teneur en PCB de 0,6 ppm. Le transformateur touché par la foudre était considéré comme « peu pollué » par le service technique de l'électricité. La valeur mesurée par le laboratoire étant supérieure au seuil de dépollution de 0,14 ppm fixé par l'exploitant dans un plan de gestion pour le milieu naturel à usage alimentaire, les terres sont ainsi décaissées et mises dans des sacs big bag en vue de leur traitement par une société spécialisée.

Les 4 échantillons d'eau pris dans le fossé attenant à la zone souillée ne présentent pas de traces de PCB.

Dégagement de styrène suite à une coupure de courant

ARIA 38617 - 14-07-2010 - 62 - WINGLES

Naf 20.16 : Fabrication de matières plastiques de base

Lors d'un orage, une coupure électrique perturbe à 22h46 la production de polystyrène (PS) d'un site Seveso où 27 des 160 employés sont présents. Un disque de sécurité se rompt et du styrène est émis.

L'atelier CMP (crystal manufactured polystyrene) produit en continu 2 variétés de PS : « cristal » (lignes DC1 & DC2) ou « choc » (ligne DC3). L'atelier EPS (expandable polystyrene) produit en discontinu du PS « expansible » dans 6 réacteurs décalés : 2 en début de cycle, 2 au stade intermédiaire et 2 en fin de réaction.

Pour minimiser les effets des microcoupures (orages) sur la qualité des PS, l'exploitant a l'habitude de basculer l'alimentation des ateliers sur les 4 groupes électrogènes de sa centrale «EJP» (Effacement Jour de Pointe). La manœuvre est réalisée à 22h20, 3 groupes étant disponibles. A 22h43, l'orage met en défaut le 1er groupe ; les 2 autres ne suffisant pas, la centrale se met en sécurité à 22h46 avec perte des utilités. Un agent tente de redémarrer l'EJP, puis l'astreinte maintenance électrique, seule habilitée à basculer l'alimentation sur le réseau EDF, est appelée à 22h53. L'alerte interne est déclenchée à 23h01, une cellule de gestion de crise est activée, équipe d'astreinte et secours externes sont alertés.

A 23h05, le 1er réacteur DC1 monte en pression. Selon la procédure d'urgence, des gyromonitors démarrent à 23h15 pour abattre d'éventuelles vapeurs à l'évent du réacteur 1 / ligne DC2. En effet, avec le procédé utilisé et contrairement aux 2 autres lignes, une surpression peut rompre le disque.

Le site est connecté au réseau à 23h18, mais les unités ne démarrent qu'après un délai. A 23h20 le disque du réacteur 1 (DC2) éclate à 5,8 b projetant un mélange liquide de 10 t de PS et 3 t de styrène.

A 23h40, un rideau d'eau périphérique est activé pour contrôler les vapeurs. Les 2 réacteurs de l'atelier EPS en début de polymérisation sont vidés par précaution dans une fosse d'urgence. A 0h25, les concentrations de styrène autour de la fosse et dans les 4 communes limitrophes sont nulles.

L'alerte est levée à 2 h.

L'efficacité des gyromonitors, le degré de polymérisation (moindre quantité de styrène) et le confinement des rejets aqueux dans un bassin ont limité les conséquences aux pertes d'exploitation ; des riverains percevront cependant des odeurs. Un arrêté d'urgence est pris, les unités redémarrent le 19/07.

L'emballement du réacteur est dû à la perte des utilités. L'opérateur de la salle de contrôle n'a pas ouvert l'évent suffisamment tôt compte tenu de l'ensemble des actions à gérer pour mettre en sécurité les 3 lignes de polystyrène ainsi que le prévoyait la procédure.

L'exploitant modifie sa pratique en cas d'orage : l'alimentation électrique restera assurée par EDF (normale + secours) avec fonctionnement en sécurité positive indépendante de la fourniture en utilités des EIPS (Equipements Importants pour la Sécurité) nécessaires au contrôle d'un emballement. La procédure d'urgence de la ligne DC2 est modifiée : vanne d'évent ouverte et démarrage des gyromonitors dès lancement de la procédure d'arrêt. Le refroidissement de cette ligne est modifié pour limiter les ruptures de disque sur emballements de réaction.

Coupure alimentation gaz suite à la foudre

ARIA 39587 - 10-11-2010 - 40 - PEYREHORADE

Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Un coup de foudre provoque la fermeture intempestive d'un robinet sur un poste de distribution de gaz naturel assisté électriquement, privant 435 clients, dont 3 gros consommateurs, d'alimentation.

2011

Feu d'un transformateur dans une usine de métallurgie du cuivre

ARIA 40233 - 28-04-2011 - 08 - FROMELENNES

Naf 24.44 : Métallurgie du cuivre

Un feu se déclare vers 15 h sur un transformateur électrique de 63 000 V d'une usine de métallurgie du cuivre, à la suite d'un impact de foudre. Les pompiers maîtrisent le sinistre mais le transformateur est hors d'usage pour une durée indéterminée. Les services de l'électricité réalimentent l'usine à partir d'un poste de 15 000 V insuffisant pour la production. L'incendie n'a fait aucune victime, mais pourrait entraîner du chômage technique pour les 365 employés du site.

Feu de camions dans une usine de condiments et assaisonnements

ARIA 40440 - 05-06-2011 - 51 - REIMS

Naf 10.84 : Fabrication de condiments et assaisonnements

Lors d'un orage, un feu se déclare à 23h45 sur le tracteur d'un ensemble routier stationné depuis 4 jours sur le parking d'une usine de condiments et d'assaisonnements. Les flammes se propagent à 4 autres camions, une épaisse fumée noire est émise et des explosions (éclatement de pneus) sont entendues. Un opérateur arrivant sur le site aperçoit des flammes à l'avant de l'un des camions, donne l'alerte puis tente sans succès d'éteindre le feu avec un extincteur.

Les secours évacuent 15 min plus tard les 7 employés et évitent la propagation des flammes à un 6ème camion, ainsi qu'à un bâtiment distant de 5 m, équipé d'un mur coupe-feu. L'incendie est éteint avec 2 lances à mousse et 1 lance à eau. Une CMIC contrôle les égouts. Trois citernes contenant de l'éthanol (1 citerne de 30 000 l et 1 de 15 000 l) et du vinaigre (1 citerne de 24 000 l) ont résisté au feu, mais leurs tracteurs, ainsi que 2 camions plateaux bâchés chargés de produits alimentaires (24 t de moutarde en conteneurs et 20 t de vinaigre en bouteilles plastique) sont détruits ; 13 t de vinaigre et 10 t de moutarde sont perdues, l'éthanol est intact. Les eaux d'extinction se sont écoulées vers le réseau des eaux pluviales. Elles ont pu être contenues du fait d'une obturation non intentionnelle du réseau pluvial avant d'être évacuées vers le réseau des eaux usées de la collectivité. Les dommages sur les seuls camions sont évalués à plus de 400 000 euros. Les installations de réfrigération de l'établissement mettant en œuvre un frigorigène chlorofluoré n'ont pas été atteintes.

La police privilégiait initialement la piste criminelle, toutefois, les premières analyses des experts mettent en évidence la possibilité d'un court-circuit, provoqué par l'orage, au niveau de la batterie de l'un des camions.

L'exploitant engage une réflexion sur l'organisation du stationnement des camions sur le site. Un obturateur est installé au niveau du réseau d'eaux pluviales en sortie de site. La mise à jour du POI étant prévue sous 3 mois, l'inspection des installations classées demande à l'exploitant de la leur transmettre, ainsi qu'aux secours, qui ne disposaient pas de plan d'intervention à jour. La ressource en eaux en cas de sinistre étant limitée et les dernières vérifications datant de 4 ans, il est demandé à l'exploitant d'effectuer un nouvel état des lieux des moyens d'extinction. Enfin, l'administration constate l'absence de mise à jour de l'étude de dangers.

Fuite d'huile sur un transformateur électrique

ARIA 40554 - 05-06-2011 - 04 - LA MOTTE-DU-CAIRE

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

Vers 8h30, la foudre frappe un transformateur du réseau de distribution électrique et provoque une fuite de 30 l d'huile ; la pluie favorise l'écoulement sur la chaussée et dans une rivière située à 200 m. Les secours établissent un périmètre de sécurité, interrompent la circulation et récupèrent les eaux souillées. Le transformateur est remplacé le jour même. L'huile du transformateur décontaminé en 2007-2008 présentait une concentration résiduelle en PCB de 50 ppm.

Perte d'alimentation électrique dans une aciérie.

ARIA 40545 - 28-06-2011 - 63 - LES ANCIZES-COMPS

Naf 24.10 : Sidérurgie

Un violent orage provoque vers 18 h la perte d'alimentation électrique d'une aciérie. Les groupes électrogènes se déclenchent normalement, mais les pompes alimentant le réseau de refroidissement des 2 fours de fusion du site ne redémarrent pas. Le plan d'urgence interne de l'usine est activé et les pompiers sont alertés pour alimenter si nécessaire ce réseau d'eau. Bien que les pompes aient été rapidement remises en marche, un four de 60 t est laissé à refroidir naturellement afin d'éviter un choc thermique. Par mesure de précaution, un périmètre de sécurité de 300 m est établi autour du bâtiment et une cinquantaine

d'employés de l'atelier de traitement thermique est évacuée. Aucune mesure de chômage technique n'est prévue.

Feu de bâtiment agricole

ARIA 40622 - 07-07-2011 - 68 - LARGITZEN

Naf 01.50 : Culture et élevage associés

Un feu se déclare à 16h23 dans un bâtiment agricole de 24 m par 32 m, sinistré par un incendie en 1985 et reconstruit en 1986, à usage de stockage fourrager ; 413 bottes rondes de foin, paille et regain. Le bâtiment est couvert en plaques de fibrociment contenant de l'amiante. Les pompiers mettent en place 3 lances à incendie, approvisionnées en eau depuis une bouche d'incendie et un étang situé à 500 m, et évacuent 2 big bags d'engrais et 3 big bags d'orge.

L'incendie ne se propage pas aux autres bâtiments de l'exploitation, non contigus, ou aux tiers.

Les eaux d'incendie évacuées en contrebas dans le réseau d'assainissement, non raccordé à une station, sont donc dirigées dans la LARGUE. Les déchets contenus dans le bâtiment sont évacués sur une pâture de l'exploitation.

La foudre est à l'origine de l'incendie ; un véhicule de gendarmerie a vu l'impact et le départ de Fumée.

Dysfonctionnements d'une sirène PPI d'un stockage de produits explosifs

ARIA 50135 - 07-07-2011 - 63 - MOISSAT

Naf YY : Activité indéterminée

Dans un stockage d'explosifs, des dysfonctionnements à répétition se produisent sur une sirène PPI.

Le premier incident est détecté lors de l'un des essais mensuels. La sirène ne se déclenche pas.

L'exploitant recherche les causes du dysfonctionnement et réalise une expertise du système. Le second incident, quelques jours plus tard, est un déclenchement intempestif de la sirène, suite à une interruption puis un réarmement de l'alimentation électrique.

Le premier incident est dû à un impact de foudre sur le mât supportant la sirène. Cet impact a détruit des composants électriques et électromécaniques de l'équipement. L'expertise montre que la conception de la sirène ne la protégeait pas contre la foudre (en particulier, absence de parafoudre sur l'armoire de commande). Une étude de la vulnérabilité au risque foudre des installations avait été réalisée par l'exploitant, mais la sirène avait été oubliée dans cette étude car elle se situe à l'écart du site.

Le second incident est dû à une avarie du système de transmission téléphonique de l'alarme du site d'exploitation vers la sirène. Ce système a subi des dommages lors des disjonctions causées par des coupures électriques. En particulier, les réarmements ont provoqué des surtensions qui ont endommagé l'équipement de transmission.

Dans les deux cas, outre les protections électriques insuffisantes, l'analyse des incidents montre un défaut de contrôle de la sirène. De plus, aucune solution de secours n'est prévue en cas de défaillance de la sirène. Après ces incidents, l'exploitant :

- réalise des travaux de renforcement de la protection foudre de la sirène ;
- intègre la sirène PPI dans le périmètre de l'Analyse du Risque Foudre et veille à ce que l'ensemble des sites du groupe fasse de même ;
- installe un onduleur sur l'alimentation électrique de l'organe de transmission du signal d'alarme vers la sirène ;
- sous-traite à une société spécialisée la réalisation de contrôles et d'un entretien régulier de la sirène ;
- met en place des contrôles internes de la sirène : inspection visuelle du parafoudre de l'armoire de commande et du niveau de charge des batteries de secours, a minima après chaque orage ;
- met en place un registre d'entretien de la sirène ;
- met en place des lots de pièces de rechange afin de permettre une remise en état rapide de l'installation en cas d'anomalie ;
- met en place une procédure de gestion de crise en cas de panne du système d'alerte et forme le personnel à ces consignes. En cas d'indisponibilité de la sirène PPI, le relais de l'alerte aux populations pourra être pris par l'alarme communale.

Fuite enflammée de gaz naturel sur une canalisation de transport suite à la foudre

ARIA 40854 - 22-08-2011 - 49 - SEGRE-EN-ANJOU BLEU

Naf 49.50 : Transports par conduites

La foudre tombe dans un pré à 12h30 sur un poteau signalant le passage d'une canalisation de transport de gaz naturel (pression 67,7 bar ; diamètre 100 mm ; épaisseur 3,5 mm) et provoque une fuite de gaz enflammée. La perforation mesure entre 1 et 2 mm de diamètre. La gendarmerie établit un périmètre de sécurité de 100 m et les pompiers déploient un rideau d'eau. Le service du gaz diminue la pression de 30 à 15 bar. La fuite reste enflammée jusqu'au démarrage de la réparation le lendemain par pose d'une

manchette. Durant les travaux, 2 camions-citerne de gaz permettent de maintenir l'alimentation en gaz de la commune.

Feu dans une fonderie.

ARIA 40743 - 23-08-2011 - 59 - DENAIN

Naf 24.52 : Fonderie d'acier

Un feu se déclare vers 3h15 dans un bâtiment de stockage de 6 000 m² d'une fonderie à la suite d'un impact de foudre. Les pompiers éteignent l'incendie avec 3 lances dont une sur échelle. La façade du bâtiment est endommagée. Aucun chômage technique n'est prévu. La police et les services du gaz et de l'électricité se sont rendus sur les lieux.

Feu de bac causé par la foudre dans une raffinerie

ARIA 40953 - 17-09-2011 - 69 - FEYZIN

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Plusieurs impacts de foudre sont relevés dans une raffinerie à 19h25. L'un d'entre eux provoque l'explosion du ciel gazeux d'un bac tampon d'un volume total de 2000 m³ de collecte et de décantation rempli de 770 m³ d'eau de procédé. Les surnageants d'hydrocarbures présents dans le bac pour cause de dysfonctionnement du procédé de fractionnement (stripper) explosent et génèrent un incendie. L'exploitant déclenche le POI à 19h45 et arrête plusieurs unités de production, la préfecture active le Centre Opérationnel Départemental à 20h09. Le maire met en place à 20 h le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) et informe les riverains (message téléphonique, SMS et site Internet). Les pompiers du site éteignent les flammes à 20h10 et l'exploitant procède au refroidissement de l'installation. Un tapis de mousse d'extinction est épandu sur le fond du bac pour écarter tout risque. Les pompiers publics, présents sur les lieux, n'ont pas été sollicités. Les eaux d'extinction chargées de mousse polluent légèrement le Rhône par le réseau d'eaux pluviales du site.

La raffinerie installe des barrages flottants. La préfecture diffuse un communiqué de presse.

L'inspection des installations classées se rend sur place à 21h30. Le toit fixe du bac fortement endommagé s'est déchiré selon la soudure frangible le liant à la paroi. Il est accroché sur une partie de la couronne et pend à l'extérieur de la paroi comme le couvercle d'une boîte de conserve.

L'exploitant le sécurise le lendemain et met en place un by-pass du bac tampon. Le bac disposait d'un dispositif de mise à la terre pour éviter que les courants de foudre ne se propagent dans l'installation mais ne bénéficiait pas de protection suffisante contre la foudre à proximité (paratonnerre). L'administration autorise le redémarrage des unités qui ont été arrêtées et demande un examen du bac, ainsi qu'une analyse sur l'absence d'efficacité des dispositifs de protection des installations contre la foudre.

Le phénomène de décantation a pu favoriser la formation d'une fine couche d'hydrocarbures volatils en surface. L'hypothèse la plus probable est l'inflammation à un ou plusieurs événements. La propagation de la combustion à l'intérieur du bac a été suivie par une explosion. Les événements sont équipés de simple grillage « pare-flammes » n'offrant pas le même niveau de sécurité qu'un dispositif « arrête flammes » (équipement spécifique).

L'exploitant a mis en œuvre un plan d'actions suite à ce retour d'expérience en inventoriant les capacités à conditions de procédé identiques et susceptibles de ne pas être équipées d'« arrête flammes ».

Sous réserves d'une analyse des risques approfondie, les mesures de prévention possibles sont l'inertage du bac, la pose d'un écran flottant interne ou l'installation d'un « arrête-flammes » sur chaque événement.

2012

Chute d'une pale d'éolienne

ARIA 43841 - 11-04-2012 - 11 - SIGEAN

Naf 35.11 : Production d'électricité

Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s.

L'inspection des installations classées a été informée.

L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.

Foudre tombée sur un transformateur au pyralène

ARIA 42147 - 05-05-2012 - 38 - LE SAPPEY-EN-CHARTREUSE

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

Lors d'un orage, la foudre s'abat vers 23h30 sur un bâtiment abritant un transformateur contenant 20 l de PCB dont une partie s'écoule sur la dalle du bâtiment. Des traces d'huiles sont visibles le long de la route. Les secours endiguent la fuite et placent des boudins absorbants et des buvards. L'exploitant du transformateur l'évacue dans un bac étanche et récupère les boudins et les buvards vers 0h50.

Foudroiement d'un transformateur électrique

ARIA 42556 - 30-07-2012 - 971 - CAPESTERRE-BELLE-EAU

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

La foudre s'abat sur un poste source (transformateur électrique 63 kV/20 kV) et provoque un incendie vers 19h30. Les pompiers éteignent l'incendie mais 20 000 personnes sont privées d'électricité sur les communes de Petit-Bourg, Goyave et Capesterre-Belle-Eau (Basse Terre) et sur l'île de Marie-Galante. Les groupes électrogènes de secours sur l'île, qui n'avaient pas démarré en raison d'une défaillance d'automatisme, sont mis en service le 31/07 à 13h30.

Jusqu'au 1/08 à 3 h, 5 000 abonnés dont un hôpital et une clinique disposant de générateurs et d'une semaine de réserve de carburant restent privés d'alimentation. Des coupures épisodiques sont encore observées jusqu'au rétablissement de l'alimentation par câble depuis Basse Terre le 2/08 à 23 h.

La production d'eau potable de l'île est perturbée par les coupures (12 000 personnes impactées).

Feu de bâtiment agricole

ARIA 42819 - 25-09-2012 - 25 - SOMBACOUR

Naf 01.41 : Élevage de vaches laitières

La foudre provoque vers 16 h l'incendie d'un bâtiment agricole de 1 000 m² abritant 400 t de foin, une cuve de 1 000 l de fioul et une stabulation. L'exploitant évacue une partie des animaux. Les pompiers protègent un 2ème bâtiment et éteignent l'incendie vers 18 h avec 4 lances.

Le bâtiment et son contenu sont détruits et 15 veaux périssent. Les secours surveillent les lieux durant la nuit et déblaient le lendemain. La foudre a également entraîné une coupure de courant sur une partie du village.

Fuite de gaz naturel enflammée

ARIA 42821 - 25-09-2012 - 71 - CHEVAGNY-LES-CHEVRIERES

Naf 00.00 : Particuliers

La foudre provoque vers 12 h une fuite de gaz naturel enflammée sur un compteur, au sous-sol d'un pavillon. Les secours maîtrisent l'incident.

N° 42873 - 05/08/2012 - FRANCE - 03 - CHEZY

E38.11 - Collecte des déchets non dangereux

Un feu se déclare un dimanche vers 22 h sur la zone de stockage / broyage des déchets verts (compostage, au niveau d'un ancien casier) dans un centre technique d'enfouissement de déchets ménagers (ISDND). Les services de secours étant bloqués devant l'accès du site, le maire de la commune se déplace pour leur ouvrir le portail. Les pompiers décident de laisser le foyer se consumer sans intervenir jusqu'au lundi matin. Revenus sur les lieux à 6 h le lendemain, ils décident une nouvelle fois de laisser les déchets se consumer sans autre intervention directe (arrosage, recouvrement) pour ne pas aggraver la situation. L'exploitant du site qui n'est informé que le lendemain par des chauffeurs de camion de la société qui ont vu des flammes

depuis la route, arrive sur site à 6 h 30. Des tractopelles permettent d'ériger un merlon de terre de 1,5 m de haut autour de la zone de stockage sinistrée, puis ce dernier et ses alentours sont arrosés en utilisant une citerne mobile de 5 m³ pour éviter toute propagation du sinistre. En fin de matinée, l'exploitant a déplacé préventivement plus de 200 m³ de déchets verts, 7 puits de biogaz ont été fermés et les alentours ont été débroussaillés. Plus de 3 500 t de déchets verts ont déjà brûlé. La combustion des déchets se poursuivra plus de 10 jours durant en générant des fumées et odeurs perceptibles dans les communes voisines. Pour stopper ces nuisances, la collectivité propriétaire du site ordonne à l'exploitant de recouvrir de terre toute la zone de déchets verts 8 jours après le début de l'incendie. Des rondes de surveillance régulière sont mises en place pendant plusieurs semaines. La collectivité adresse des communiqués de presse aux médias locaux, actualise les informations disponibles sur son site internet pour que les riverains puissent suivre l'évolution de la situation et organise des visites du site pour les associations locales.

Trois hypothèses sont envisagées : auto-combustion, acte de malveillance ou impact de foudre. L'absence de foudre le jour de l'accident et de traces d'effraction permet de conclure à un auto-échauffement des déchets verts broyés, favorisé par les conditions orageuses : épisode de pluie dans l'après-midi, forts vents... La procédure d'alerte entre le maire, les services de secours et l'exploitant est révisée (rédaction de fiches avec les n° de téléphone à contacter), le stockage des déchets verts est réorganisé en andains séparés entre eux et la fréquence de broyage est augmentée (mensuelle au minimum).

N° 43090 - 28/11/2012 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-FALLAVIER

C24.45 - Métallurgie des autres métaux non ferreux

Un feu se déclare à 2h50 sous un chapiteau à bardage métallique et couverture en toile abritant 250 t de batteries automobiles usagées (lithium, nickel-cadmium, nickel-métal) sur une aire étanche dans une usine de collecte et de recyclage d'accumulateurs électriques. Les pompiers éteignent l'incendie vers 5 h avec 3 lances dont 2 à mousse ; 2 m³ d'émulseur ont été utilisés. La moitié de la structure de stockage de 450 m² est détruite ; 75 t de batteries dont 8 t d'accumulateurs nickel-cadmium sont brûlées. Une partie des eaux d'extinction s'est écoulée dans le canal du Bivet et dans la rivière LA BOURBE ; la présence de mousse d'extinction est constatée sur 2 km du canal. Une société d'assainissement pompe les eaux d'extinction collectées dans le réseau interne de l'établissement. Une entreprise extérieure déblaie les batteries avec une tractopelle sous protection d'une lance à mousse des pompiers ; ces déblais sont stockés dans des conteneurs en plastique après vérification de l'absence de point chaud avec une caméra thermique. L'intervention des secours publics s'achève le 29/11 vers 12 h. La préfecture a diffusé un communiqué de presse le jour de l'accident.

Un court-circuit entre des éléments démontés de batteries industrielles au nickel est à l'origine du sinistre. Un arrêté préfectoral suspend l'utilisation de la zone de stockage. L'exploitant doit indiquer l'impact environnemental de l'incendie et réviser l'étude des dangers de ses activités et notamment examiner : une éventuelle réduction des volumes stockés, le risque d'explosion avec effets missiles dû à la présence de lithium, la non prise en compte du phénomène foudre, le scénario relatif à l'émission de gaz toxiques, les mesures organisationnelles permettant de réduire la probabilité d'un incendie, l'efficacité et le nombre de capteurs de la détection incendie...

2013

N° 43618 - 31/03/2013 - FRANCE - 44 - CARQUEFOU

G46.31 - Commerce de gros de fruits et légumes

Dans une coopérative fruitière traitant et conditionnant des pommes, un violent incendie embrase vers 20 h un bâtiment de 15 000 m² bordant l'A11. Une abondante fumée est émise. Une cartonnerie de 14 000 m² située à 40 m est soumise à un fort rayonnement thermique. Des immeubles d'habitations se dressent à moins de 100 m. L'incendie est visible à 40 km. Un témoin extérieur donne l'alerte. Sur place vers 20h15, le responsable maintenance coupe l'électricité sur le site. L'intervention qui mobilise d'importants moyens (121 pompiers et 42 engins), est difficile : zone en feu gigantesque, une seule face accessible, stockages extérieurs, matières combustibles en quantité (bois), présence de frigorigène, panneaux sandwichs à âme de mousse polyuréthane, grands volumes techniques sous toiture et charpente métallique non protégée... Un périmètre de sécurité est établi et la circulation est interrompue sur l'autoroute. Le personnel évacue un stock extérieur de caisses en bois palettisables (800 m² sur 6 m de haut) proche des entrepôts réfrigérés, 14 bouteilles de 60 kg de frigorigène chloro-fluoré (R22) stockées sur le site par le frigoriste sont arrosées puis récupérées par la société de thermoréfrigération. Le feu est circonscrit à 6 h et l'intervention des secours s'achève le 04/04 à 11 h. Le maire, le service des eaux et une cellule opérationnelle de prévention des risques étaient sur les lieux. Plus de 80 % des entrepôts réfrigérés se sont effondrés (seules 7 chambres froides n'ont pas été atteintes) et les zones extérieures sont couvertes de déchets générés par l'incendie ; 2 000 t de pommes sont perdues ou rendues impropres à la consommation. L'atelier de pré-calibrage et les chaînes de conditionnement sont à l'arrêt pour une durée indéterminée ; 40 employés sont en chômage technique. Seul 1/10ème (250 kg) du frigorigène chloro-fluoré de type R22 utilisé a été épargné dans l'incendie, mais tout le R407 a été détruit. Non contenues sur le site en raison de l'impossibilité d'approcher de l'établissement avant maîtrise de l'incendie, les eaux d'extinction noires et très odorantes ont rejoint un bassin en aval immédiat de l'usine et jouxtant l'autoroute. Elles sont analysées (pH 7...) puis rejetées dans le milieu naturel. L'établissement n'était pas répertorié par les pompiers dont le centre de secours est à 800 m. Selon l'exploitant, il s'agit du 1er sinistre connu par sa société en 45 ans d'existence. Une société de gardiennage est mandatée pour sécuriser le site. Les autorités administratives suspendent le fonctionnement des installations jusqu'à réalisation des mesures d'urgence décidées à la suite du sinistre : nettoyage des lieux, analyse des causes et circonstances de l'accident, analyse et traitement des eaux d'extinction, cartographie et quantification d'une éventuelle pollution des sols / nappe (terrains survolés par les fumées, infiltration des eaux d'extinction...), études des unités éventuellement indirectement impactées (effets dominos), travaux et aménagements préventifs / curatifs à réaliser pour mettre en sécurité le site (amiante...), évaluation et mise en œuvre de mesures pour éviter le renouvellement d'un tel sinistre avant éventuelle reprise des activités. Les bâtiments sont démolis et les déchets sont évacués. Selon les propos d'un expert judiciaire repris dans la presse, un arc électrique à proximité d'une chambre froide aurait provoqué la chute de faux-plafonds qui se seraient ensuite enflammés. L'établissement disposait d'une alarme incendie et anti-intrusion reliée aux smartphones des responsables et à une télésurveillance, mais la centrale d'alarme n'a pas fonctionné neutralisée semble-t-il par la foudre quelques jours auparavant. L'établissement sera reconstruit plus d'un an plus tard sur un site distant de 30 km. L'ensemble des nouveaux bâtiments bénéficient d'une détection automatique incendie. Une extinction automatique par sprinkleur couvre l'ensemble des locaux, à l'exception des parties de stockage sous atmosphère à faible taux d'oxygène. Les locaux de stockage et les chambres froides sont séparés par des murs coupe-feu. La construction de ces bâtiments a coûté 11 M€ dont 460 k€ pour l'installation sprinkleur.

incendie du bâtiment de naissance d'un élevage de porcs

ARIA 43877 - 08-06-2013 - 12 - GRAMOND

Naf 01.46 : Élevage de porcins

Un feu se déclare à 22h30 dans la nurserie de 500 m² d'un élevage porcin d'une capacité de 1194 animaux équivalents. Les pompiers protègent le bâtiment d'engraissement voisin et éteignent l'incendie ; 103 truies et 330 porcelets périssent et sont évacués vers l'équarrissage. Les eaux de l'incendie sont retenues dans les pré-fosses du bâtiment incendié. Le bâtiment avait été remis aux normes le mois précédent. L'approvisionnement en porcelets sevrés de l'atelier d'engraissement est compromis : seules demeurent une trentaine de truies reproductrices.

L'exploitant pense faire reconstruire le bâtiment en modifiant l'organisation des salles tout en gardant le même volume. Il estime les pertes animales à 50 keuros. Le service du gaz et la gendarmerie se sont rendus sur place.

La foudre est à l'origine de l'incendie.

Eolienne touchée par la foudre

ARIA 45016 - 20-06-2013 - 07 - LABASTIDE-SUR-BESORGUES

Naf 35.11 : Production d'électricité

Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pôle est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.

L'éolienne est mise en sécurité et un périmètre de sécurité est établi. La municipalité, l'aviation civile (défaut de balisage), les services de l'électricité et du téléphone, la société en charge de la maintenance et l'inspection des installations classées sont informés.

L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. L'exploitant change les 3 pôles et redémarre l'éolienne le 02/08/13. Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incursion d'un arc électrique dans la pôle conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.

Feu de bâtiment agricole suite à un impact de foudre

ARIA 44095 - 07-07-2013 - 04 - DRAIX

Naf 01.50 : Culture et élevage associés

La foudre s'abat vers 16h15 sur un bâtiment agricole contenant des pneumatiques, une réserve de carburant, un véhicule et une bouteille d'acétylène ; celle-ci explose dans l'incendie.

Les pompiers éteignent le feu en 1 h. Le bâtiment est détruit.

Feu de bâtiment agricole causé par la foudre

ARIA 44102 - 20-07-2013 - 43 - MONTUSCLAT

Naf 01.45 : Élevage d'ovins et de caprins

La foudre s'abat à 15h30 sur un bâtiment agricole de 1 200 m² et provoque un incendie. Le bâtiment, à usage d'étable, contient également 300 balles de foin, 3 t d'ammonitrate et 3 m³ de fioul ; 10 t de chaux sont à proximité. Les pompiers noient les ammonitrates et recueillent les eaux d'extinction dans une fosse créée avec une tractopelle. Le feu est éteint dans la soirée, le déblai s'achève à 16 h le lendemain. Le bâtiment est détruit, 2 bovins ont péri dans le sinistre.

Feu de cheminée lors d'un orage sur une usine chimique

ARIA 44133 - 29-07-2013 - 38 - LE PONT-DE-CLAIX

Naf 20.13 : Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Lors d'un violent orage nocturne dans une usine chimique classée Seveso et malgré l'injection de vapeur et d'azote prévue pour éviter ce type d'accident, un feu se déclenche vers 2h45 en tête de la cheminée évacuant tout l'hydrogène (H₂, gaz facilement inflammable) produit lors du redémarrage des cellules d'électrolyse du chlore. Le POI est déclenché et vers 3h10 les pompiers internes refroidissent la cheminée pendant que les opérateurs arrêtent les cellules d'électrolyse pour couper l'alimentation en H₂ du foyer. Le redémarrage des cellules d'électrolyse fait suite à une coupure du réseau électrique de l'unité à 1h20 au début de l'activité orageuse. Le foyer est éteint à 4h57, le POI levé à 5h05 et l'unité d'électrolyse redémarre à 5h10. L'énergie d'inflammation du mélange d'air et d'H₂ est très faible et un impact de la foudre sur la cheminée suffit à l'allumer.

L'injection de vapeur et d'azote permet de diluer le flux d'H₂ et d'augmenter l'énergie d'inflammation, sans pour autant garantir l'absence de risque d'inflammation.

Le même accident 5 ans plus tôt avait conduit à :

- installer un « velocity seal » dans la cheminée pour empêcher un retour de flamme dans l'unité en cas de dépression,
- réduire le diamètre de tête de la cheminée pour augmenter la vitesse du flux,
- rehausser la 2ème cheminée pour limiter les flux thermiques possibles sur la colonne de refroidissement du chlore adjacente.

Perte d'alimentation électrique dans une usine pétrochimique

ARIA 44135 - 29-07-2013 - 13 - BERRE-L'ETANG

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

La foudre s'abat vers 4h50 sur un transformateur électrique d'une plateforme pétrochimique et prive plusieurs entreprises d'alimentation. Le POI est déclenché. L'arrêt de plusieurs unités de production entraîne un torchage, la fumée noire ne peut être effacée à la vapeur, les chaudières étant également à l'arrêt. L'arrêt des pompes de relevage pour l'envoi des eaux chargées vers les bassins d'orage, provoque le débordement des bassins de décantation et de déshuilage dans le réseau pluvial et des hydrocarbures

sont rejetés en direction de l'étang de Berre. Le port de Berre est provisoirement fermé. Les hydrocarbures sont retenus par plusieurs barrages flottants.

L'électricité est rétablie vers 5h30. La production mettra plusieurs heures à redémarrer. L'inspection des installations classées est informée. Un communiqué de presse est diffusé. Les hydrocarbures flottants dans ces bassins ont été pompés après concertation avec le service maritime de la DDTM.

L'association pour la qualité de l'air Air PACA a enregistré sur sa station de Berre une augmentation des niveaux de Composés Organiques Volatils (Benzène, Toluène et Xylènes) de 6 h à 8 h.

Foudroiement d'un gazoduc et fuite enflammée de gaz naturel

ARIA 44136 - 29-07-2013 - 38 - LE CHEYLAS

Naf 49.50 : Transports par conduites

La foudre s'abat vers 4h30 sur un arbre et se propage par ses racines pour endommager un gazoduc (D 150 mm, P 67 bar, en acier, à 1 m de profondeur). L'impact forme une brèche de 6 mm de diamètre, causant une fuite enflammée sur la conduite qui alimente 4 industriels et 3 400 particuliers. L'ouvrage longe une voie ferrée sur laquelle aucun trafic n'est prévu pour la journée. Les pompiers déploient un périmètre de sécurité de 100 m et un rideau d'eau. Le service du gaz installe une dérivation pour maintenir l'alimentation des clients. Le tronçon endommagé est ensuite dégazé puis expertisé. Les travaux s'achèvent le 05/08.

2014

Feu de cheminée lors d'un orage dans une usine chimique

ARIA 44944 - 07-02-2014 - 38 - LE PONT-DE-CLAIX

Naf 20.13 : Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

La foudre provoque, vers 9h50, l'inflammation d'hydrogène en sortie de cheminée dans une usine chimique. Cet hydrogène, produit par les cellules d'électrolyse du chlore, doit être envoyé à la cheminée quand l'atelier de fabrication qui le consomme est à l'arrêt. Le POI est déclenché. La chaîne d'électrolyse est placée en fonctionnement minimal. De l'azote et de la vapeur sont injectés dans la cheminée que les secours internes refroidissent. La situation est maîtrisée à 10h30. Le POI est levé. La production de chlore revient à son rythme normal.

L'accident s'étant déjà produit (ARIA 44133), une procédure préventive en cas de risque d'orage a été mise en place (abonnement aux alertes orageuses et injection préventive de vapeur dans la cheminée pour diluer l'hydrogène et augmenter l'énergie nécessaire à son inflammation), mais celle-ci n'était pas active à cette période de l'année (les orages étant traditionnellement plus rares en hiver).

Incendie d'une exploitation viticole.

ARIA 45336 - 08-06-2014 - 33 - SAINT-SULPICE-DE-FALEYRENS

Naf 01.21 : Culture de la vigne

Un feu se déclare vers 3 h dans le chai d'une exploitation viticole et se propage à des hangars ainsi qu'à l'habitation. Les pompiers protègent un bâtiment contenant les produits de traitement agricole et éteignent l'incendie vers 6h40 avec 4 lances à eau. Les propriétaires sont relogés dans leur famille et 1 employé est en chômage technique. La production et 500 m² de bâtiment sont détruits. Un impact de foudre pourrait être à l'origine du sinistre.

Feu dans une usine agroalimentaire.

ARIA 45340 - 09-06-2014 - 62 - SAINT-POL-SUR-TERNOISE

Naf 10.13 : Préparation de produits à base de viande

Dans une usine agroalimentaire, après un orage, un feu se déclare vers 19h10 lors du redémarrage d'une des salles des machines de production de froid. Deux têtes du réseau sprinkler se déclenchent et éteignent l'incendie. L'exploitant alerte tout de même les pompiers et déclenche son POI à 19h35.

Les pompiers quittent les lieux vers 20h30, une équipe demeurant sur place pour le pompage des 30 m³ d'eaux d'extinction. Celles-ci sont envoyées vers le bassin de rétention extérieur du site puis, après analyse, dirigées vers la station d'épuration de la zone industrielle qui traite les effluents de l'usine. Les installations utilisant de l'ammoniac ne sont pas touchées. Seules les installations électriques de la salle des machines gérant le froid pour les ateliers lardons/poitrine et traiteur sont touchées. Une batterie de condensateur et quelques mètres de câble se sont consumés. Seule la production de l'atelier jambons est affectée pendant 1 jour ½. Deux compresseurs ammoniac redémarrent dans la matinée du 10/06, les autres dans un délai de 36 h après l'incident. L'exploitant évalue à 100 t la quantité de produits mis au rebut, du fait des craintes de rupture de la chaîne du froid.

Le départ de feu serait dû à une batterie de condensateurs. Son expertise devrait permettre de statuer sur la nécessité de remplacer ce type d'équipement.

La réparation du câblage électrique démarre dès le lendemain pour se terminer à la fin du mois. L'exploitant prévoit de mettre un terme à l'implantation des batteries de condensateurs à l'intérieur des salles de machines pour les installer à l'intérieur d'un local spécifique.

Fuite de gaz naturel.

ARIA 45429 - 29-06-2014 - 33 - BORDEAUX

Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Un impact de foudre provoque le déchaussement d'une canalisation de distribution de gaz naturel suivi d'une fuite. Les secours évacuent 20 employés d'un centre de gestion de la circulation ferroviaire ce qui entraîne de nombreux retards de trains. Le service du gaz répare la canalisation.

Défaillance de la mesure de niveau d'une retenue en amont d'un barrage

ARIA 45997 - 19-07-2014 - 38 - LA COMBE-DE-LANCEY

Naf 35.11 : Production d'électricité

Au cours d'un violent orage, la sonde de pression permettant de mesurer la hauteur de la retenue du barrage du Crozet tombe en panne. Ce capteur est implanté au départ de la conduite forcée. Les valeurs mesurées sont transmises par radio au centre de contrôle. Ce transmetteur tombe également en panne à cause de l'orage. L'exploitation à distance du barrage, en particulier la gestion de la côte de la retenue, est donc

impossible. L'exploitant adapte sa gestion de l'aménagement et réalise une série de turbinage pour éviter un déversement au-dessus du barrage. Des techniciens se rendent sur place pour diagnostiquer les pannes et constater le niveau de la retenue.

Le niveau de la retenue est à 0,66 m de la surverse avant la panne. Le 24/07, il n'est qu'à 0,01 m. Le turbinage est alors renforcé. Le 29/07, le lac est redescendu à 0,87 m de la surverse. L'exploitant met en place un calcul approché du niveau de la retenue basé sur des relevés de terrain (niveau du lac, précipitations et débit turbiné) et la reconstitution du débit de l'affluent. Cette modélisation lui permet d'adapter ses programmes de turbinages pour maintenir la retenue en niveau bas à 2 m de la surverse.

L'exploitant remplace la sonde de pression et le transmetteur radio le 17/09. Il intègre une description de la conduite à tenir en pareilles circonstances dans la consigne d'exploitation. Il réalise un bilan satisfaisant de ses modifications après 9 mois de fonctionnement.

Le service en charge du contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques demande à l'exploitant d'établir les éléments de retour d'expérience sur la vulnérabilité de ses appareils à l'aléa foudre ainsi que les actions préventives envisagées.

Feu de transformateur dans une usine agroalimentaire

ARIA 45554 - 02-08-2014 - 81 - CASTRES

Naf 10.11 : Transformation et conservation de la viande de boucherie

Lors d'un violent orage, la foudre touche le sol, vers 21 h, à proximité du transformateur d'une usine de transformation et conservation de viande de boucherie. L'un des 2 câbles moyenne tension (20 000 V), enfouis et alimentant principalement la salle des machines de production de froid alimentant les chambres froides où sont stockés 500 t de produits frais, est endommagé. Un feu se déclare, endommageant le second câble.

Les pompiers maîtrisent le sinistre à l'aide d'une lance après coupure de l'alimentation électrique, mais les dégâts nécessitent une ou deux journées de travail pour creuser une tranchée sur quelques mètres pour atteindre les 2 câbles et les changer. Un groupe électrogène de 1 250 kW est mis en place pour alimenter la zone des frigos et 2 autres groupes de 1 200 et 1 800 kW, arrivés dimanche (03/08) dans l'après-midi, permettent la reprise de la production dès le lundi. Par mesure de sécurité, l'établissement fonctionne sur les groupes un ou deux jours, le temps de vérifier tous les réseaux.

Torchage de sécurité à cause d'une panne d'électricité suite à orage

ARIA 45732 - 18-09-2014 - 57 - SARRALBE

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

A 2h20, un violent orage provoque des variations de tension sur l'alimentation électrique principale d'une plate-forme pétrochimique. Une coupure survient, entraînant le calage des chaudières alimentant l'ensemble du site en vapeur. L'alimentation de secours ne prend pas le relais du fait du déclenchement de la protection appelée "protection de groupe" qui a détecté un court-circuit directionnel (génération d'un courant de défaut par les moteurs asynchrones). Les opérateurs de quart mettent en sécurité les installations de production depuis la salle de contrôle, en diluant les "en cours" de fabrication de polymères ou en stoppant la réaction et vidangeant les réacteurs. Les gaz résiduels des installations, composées d'hexane, éthylène, propylène, butène, trace d'H₂, trace de propane, sont envoyés à la torche pour y être brûlés, conformément aux procédures de sécurité.

Une flamme importante est observée jusqu'à 8h50. Elle est accompagnée d'un dégagement de fumées noires en raison de l'indisponibilité de la vapeur permettant de l'effacer. Le vent ne souffle pas en direction des habitations. Vers 7 h un riverain a appelé les services de secours pour signaler un incendie sur le site (en fait la flamme de la torche). Les services de secours appellent à leur tour l'exploitant pour se renseigner sur la situation en cours.

Vers 4h30, les chaudières redémarrent mais la vapeur ne revient pas tout de suite. A partir de 8h50, il y a assez de vapeur venant épurer le carbone issu de la combustion pour alimenter la torche.

La reprise des installations est prévue en fin de semaine. L'exploitant rédige un communiqué de presse qu'il ne diffuse finalement pas.

Feu de bâtiment agricole

ARIA 45771 - 20-09-2014 - 43 - LES VASTRES

Naf 01.41 : Élevage de vaches laitières

Vers 15 h, un feu se déclare sur une grange de 260 m² lorsque la foudre s'abat sur celui-ci. Le bâtiment contenant 500 bottes de foin est détruit. Les 5 bovins qu'il abrite périssent dans l'incendie.

Les pompiers maîtrisent le sinistre à l'aide de 3 lances. Ils assurent une permanence pour prévenir tout risque de reprise de feu.

Feu de poulailler

ARIA 45773 - 20-09-2014 - 59 - SARS-ET-ROSIERES

Naf 01.47 : Élevage de volailles

Lors d'un violent orage, la foudre frappe, vers 20 h, un poulailler agricole abritant 30000 poules pondeuses et 600 poules et coqs reproducteurs. Des automobilistes donnent l'alerte.

Lorsque l'exploitant arrive, la toiture est déjà totalement embrasée. Les pompiers maîtrisent l'incendie à 21h30. L'élevage a péri et l'outil de travail est détruit, tout ayant fondu à l'intérieur.

L'investissement pour ce poulailler de 1 275 m², mis en service en décembre 2011, s'élevait à 700000 euros.

L'exploitant estime le préjudice de la perte de volailles à 200 000 euros et envisage du chômage technique.

Torchage dans une raffinerie.

ARIA 45953 - 09-11-2014 - 13 - MARTIGUES

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Lors d'un épisode orageux, un incident sur la chaudière d'une raffinerie provoque le passage d'un combustible gaz/fioul vers un combustible fioul. Cela induit un torchage. Le lendemain, le déclenchement électrique d'une cellule provoque la mise en sécurité de plusieurs unités qui entraîne de nouveaux torchages.

La toiture non étanche d'une sous-station électrique a permis à l'eau météorite de couler sur la cellule d'un tableau haute tension provoquant ainsi un flash électrique.

Chute d'une pale d'éolienne.

ARIA 45960 - 14-11-2014 - 07 - SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE

Naf 35.11 : Production d'électricité

La pale d'une éolienne chute vers 15h10 lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h.

L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m. Les secours établissent un périmètre de sécurité et ferment la voie d'accès. L'exploitant sécurise la pale endommagée et bloque la rotation de la nacelle. L'installation est expertisée et les 8 autres éoliennes du parc sont inspectées.

N° 57516 - 10/06/2014 - FRANCE - 38 - LE PONT-DE-CLAIX

C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Vers 18 h, lors d'un violent orage sur une plateforme chimique, la foudre provoque l'inflammation d'hydrogène en sortie de cheminée de l'électrolyse et l'arrêt de certaines pompes sur différents ateliers nécessitant des mises en sécurité dans certains secteurs. Les fortes pluies associées inondent les bâtiments. En raison de l'alerte orage depuis 15h40, la procédure de mise en sécurité était en place avec envoi de vapeur à la cheminée compte tenu des incidents passés ayant la même origine (ARIA 44944 et 44133). Depuis quelques jours, tout l'hydrogène produit par les cellules d'électrolyse du chlore était envoyé à l'atmosphère pendant l'arrêt pour maintenance de l'atelier Amont TDI (Toluène diisocyanate). Avant l'arrivée des pompiers, les secours du site et les équipes de fabrication arrêtent l'incendie en augmentant le débit vapeur et par un envoi massif d'azote pendant 4 minutes. Le responsable communication publie l'information de l'incident sur le site internet.

N° 57448 - 24/07/2014 - FRANCE - 85 - RIVES DE L'YON

R90.02 - Activités de soutien au spectacle vivant

A 16h45, un impact de foudre endommage le stockeur numérique et les interphones d'un site de stockage d'artifice en période d'activité. Un autre bâtiment reçoit également la foudre sans dommages sur les produits y étant stockés. La procédure d'alerte en cas d'orage était effective. Le coût des réparations et de remplacement des matériels endommagés s'élève à 7 000 €. Suite à l'événement, l'exploitant fait intervenir comme réglementairement prévu en cas d'agression orageuse, une société agréée pour réaliser le contrôle de l'ensemble des installations foudre. Cette vérification ne relèvera pas de détériorations ni de non-conformité de ces dernières. L'installation d'une détection avancée d'orage sur le site avait été envisagée.

2015

Feu d'une micro centrale hydroélectrique

ARIA 46606 - 08-05-2015 - 15 - MAURS

Naf 35.11 : Production d'électricité

Un impact de foudre provoque vers 9h50 l'incendie du local technique d'une micro-centrale hydroélectrique. Un fût d'huile hydraulique fuit, 50 l s'en écoulent. Les pompiers réalisent une levée de terre pour éviter une pollution du cours d'eau voisin. L'incendie est éteint vers 12 h. La centrale est arrêtée 15 jours.

Impact de foudre sur une centrale électrique

ARIA 46714 - 06-06-2015 - 972 - BELLEFONTAINE

Naf 35.11 : Production d'électricité

Vers 8 h, un impact de foudre sur les lignes hautes tension au sortir d'une centrale thermique provoque l'arrêt de la distribution d'électricité. La coupure touche 190 000 usagers, soit 80 % des foyers de la Martinique, jusqu'à 13 h. Une seconde coupure se produit le lendemain de 13h30 à 17 h. L'exploitant tient une conférence de presse le jour même.

Élévation de la cote de retenue d'un barrage

ARIA 47389 - 07-06-2015 - 67 - MARCKOLSHEIM

Naf 35.11 : Production d'électricité

A 23h58 un orage provoque un incident sur le réseau électrique. Les 3 groupes en service de la centrale-hydroélectrique d'un barrage se déclenchent. Les 3 vannes de décharge associées s'ouvrent. Une onde de surface est formée, ce qui provoque l'arrêt de la régulation de la cote de retenue par le barrage. Le niveau amont s'élève de 47 cm en 30 min, sans toutefois provoquer de déversement au-dessus des vannes du barrage. Une fois sur place, l'agent d'astreinte ouvre le barrage en conduite manuelle. Les groupes de la centrale sont remis en service et les vannes déchargeurs refermées.

Fuite enflammée de gaz naturel dans un immeuble

ARIA 46738 - 12-06-2015 - 66 - PORT- VENDRES

Naf 00.00 : Particuliers

Une fuite enflammée de gaz naturel se produit vers 13h45 dans le couloir d'un immeuble, au niveau d'un raccord. Les secours évacuent 16 habitants. Le feu est éteint à 14 h. Une perturbation électrique causée par la foudre pourrait être à l'origine de la fuite.

Feu de poulailler

ARIA 46735 - 13-06-2015 - 38 - SAINT-BARTHELEMY

Naf 01.50 : Culture et élevage associés

Dans la nuit, un feu se déclare dans un poulailler en vide sanitaire. Les pompiers éteignent le sinistre. La foudre serait à l'origine de l'incendie.

La foudre frappe un transformateur

ARIA 46787 - 01-07-2015 - 60 - BEAUVAIS

Naf 10.52 : Fabrication de glaces et sorbets

La foudre s'abat vers 9 h sur un transformateur électrique d'une usine de crèmes glacées et provoque un incendie. La production est arrêtée une heure, le temps pour l'industriel de basculer sur l'alimentation de secours. Le transformateur endommagé est isolé électriquement pour permettre son extinction. Le site dispose de 2 autres transformateurs. Les retards de production sont rattrapés les jours suivants.

Fuite d'ammoniac sur l'installation de réfrigération d'un abattoir

ARIA 46907 - 19-07-2015 - 15 - AURILLAC

Naf 10.11 : Transformation et conservation de la viande de boucherie

Dans la nuit de samedi à dimanche, vers 3h30, l'installation de réfrigération d'un abattoir dysfonctionne. La température du fluide caloporteur passe de - 7 °C à - 13 °C. Vers 7h30, l'alarme incendie et l'alarme ammoniac se déclenchent. Un dégagement de fumée s'échappe de la salle des machines. Les pompiers, sur place vers 8 h, abattent la fumée par aspersion dans l'attente de l'intervention du frigoriste. Celui-ci arrive vers 9 h. Il isole la fuite d'ammoniac, répare le compresseur et remet en marche l'installation.

Sur les 140 contenus dans l'installation, 120 kg d'ammoniac sont rejetés à l'atmosphère. L'absence de réfrigération entraîne la perte d'une partie des marchandises stockées. Le reste des marchandises est stocké dans une chambre froide encore en fonctionnement. Il est contrôlé et requalifié.

La foudre pourrait être à l'origine de ce sinistre. Les contacts de commande du compresseur de l'installation de réfrigération sont retrouvés collés. Le compresseur a fonctionné en marche forcée pendant une partie de la nuit avant de lâcher. La casse des segments du piston a entraîné une fuite d'huile et une fuite d'ammoniac. Ce sont les vapeurs d'huile qui ont déclenché l'alarme incendie.

L'alarme ammoniac a fonctionné comme attendu déclenchant l'aération du bâtiment et la coupure du réseau électrique. L'installation est expertisée par le frigoriste.

Feu de bâtiment agricole

ARIA 46938 - 19-07-2015 - 25 - LEVIER

Naf 01.41 : Élevage de vaches laitières

Vers 2h30, un feu se déclare dans un bâtiment agricole de 1 200 m² contenant du foin. Un des salariés, habitant à proximité, donne l'alerte. Les 56 bovins de l'étable contigüe sont évacués. Les pompiers maîtrisent l'incendie. La commune faisant face à des restrictions d'eau à cause de la canicule, ils laissent brûler le fourrage sous surveillance. La foudre serait à l'origine de l'incendie.

La foudre frappe une citerne de GPL

ARIA 46951 - 25-07-2015 - 2B - CERVIONE

Naf 00.00 : Particuliers

La foudre frappe vers 16 h une citerne de GPL provoquant une fuite enflammée. Les secours établissent un périmètre de sécurité. Ils évacuent des riverains. La vanne de distribution est fermée. Les pompiers refroidissent la citerne. La soupape de sécurité a bien fonctionné.

Ouverture partielle intempestive d'un évacuateur de crue d'un barrage

ARIA 47036 - 08-08-2015 - 38 - LES DEUX ALPES

Naf 35.11 : Production d'électricité

Vers 20 h lors d'un orage, l'évacuateur de crue (EVC) rive gauche d'un barrage s'ouvre intempestivement de 13 cm. Le technicien d'astreinte reçoit une alarme. Sur place, il constate que le débit en aval du barrage est de 9 m³/s depuis 1 h. Le lâcher d'alerte de 3 m³/s, prévu par la consigne d'exploitation, n'a pas été respecté. Le technicien referme la vanne de l'EVC. L'incident n'a pas d'impact sur les tiers.

Au cours de cet été, un glissement du terrain situé au-dessus de la retenue faisait l'objet d'une surveillance accrue. Il a conduit, fin juillet, à la chute de 400 000 m³ de matériaux dans la retenue, sans conséquences pour le barrage. Dans ce contexte, afin de pouvoir vite réguler la cote du plan, l'exploitant avait choisi, dès début juillet, de déconsigner les EVC. Ainsi, les vannes sont manœuvrables plus rapidement. En exploitation normale, les vannes de l'EVC sont consignées. Leur déconsignation n'est possible qu'en état de veille avec une présence physique permanente de l'exploitant. Cette organisation n'a pas été mise en place cet été.

Les investigations révèlent que l'ouverture de la vanne de l'EVC a été provoquée par la foudre. Celle-ci a frappé le câble de commande à distance de la vanne engendrant l'émission d'un ordre d'ouverture puis l'arrêt de la manœuvre grâce à la mise en sécurité de l'alimentation électrique. Une armoire de commande est installée dans le local des vannes, à proximité de celles-ci. Cependant, l'exploitant avait pris l'habitude de piloter les vannes de l'EVC à distance, depuis le local de surveillance du barrage. Coupé accidentellement 3 ans auparavant, le câble de commande à distance avait été reconnecté à une boîte de jonction, sans que la mise à la terre n'y soit garantie.

L'exploitant prend des mesures immédiates :

- mise à la terre du câble de commande à distance ;
- consignation des EVC en l'absence d'agent sur site ;
- mise à jour de l'instruction interne précisant que les vannes des EVC doivent être par défaut commandées en local.

Les services de contrôle des ouvrages hydrauliques demandent la formalisation de l'analyse détaillée de cet incident. Un des événements redoutés central de l'analyse de danger du barrage n'a été évité que par une seule des 5 barrières de défense prévues. Il rappelle à l'exploitant l'importance de réaliser, pour toutes les phases d'exploitation différentes des modes habituels, une analyse de risques et d'établir les parades permettant de maintenir le niveau de sûreté de l'ouvrage.

Foudre sur un silo à grains dans une exploitation agricole

ARIA 47058 - 23-08-2015 - 16 - LA FAYE

Naf 01.11 : Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses

Lors d'un orage, un impact de foudre provoque vers 6 h l'incendie d'un silo à grains dans une exploitation agricole. Les pompiers évitent la propagation aux bâtiments d'élevage et éteignent l'incendie.

Fuite enflammée causée par la foudre sur une cuve aérienne de GPL

ARIA 47467 - 26-11-2015 - 2B - CALVI

Naf 55.30 : Terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs

Vers 8 h, la foudre frappe une canalisation d'une cuve aérienne de GPL dans un camping. Une fuite de gaz enflammée se produit. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité et maîtrisent rapidement l'incendie. L'accident ne fait aucun blessé.

2016

Pollution d'un cours d'eau suite à un incendie dans une usine

ARIA 47755 - 06-03-2016 - 2A - BASTELICACCIA

Naf 30.30 : Construction aéronautique et spatiale

Un dimanche vers 8h50, un feu se déclare dans une entreprise de fabrication de pièces en matériaux composites. L'alarme incendie se déclenche. Un rondier se rend sur place pour effectuer une levée de doute. Il appelle les pompiers. L'embrasement concerne 75 % d'un atelier de traitement de 1 200 m² abritant des produits chimiques (acides, chrome VI, soude). Le sinistre est maîtrisé vers 11 h. La plupart des produits chimiques sont contenus dans les rétentions du site.

Toutefois une partie de ces produits mélangée avec les eaux d'extinction incendie se déversent dans le réseau d'eau pluviale puis la rivière en aval. Les stations de pompage d'eau potable en aval sont arrêtées. Des consignes sont données à la population et aux exploitants agricoles pour ne pas utiliser l'eau de la rivière et pour ne pas faire paître le bétail aux alentours de la rivière. Une reconnaissance aérienne est réalisée en vue d'évaluer l'impact de la pollution sur la GRAVONE. Des prélèvements et des mesures de la pollution du cours d'eau sont également réalisés dès le lendemain. Les analyses de qualité des eaux ne montrent pas de détérioration de la qualité des eaux sur le long terme. Un chantier de dépollution est mis en œuvre dans les 3 mois qui suivent la pollution. Au total, 230 t de terres sont excavées et envoyées en traitement.

L'incendie pourrait être dû à un dysfonctionnement électrique en lien avec un orage qui a eu lieu dans la nuit précédant le début du sinistre.

Quelques mois après l'accident le site lance une procédure de cessation d'activité.

Incendie causé par la foudre sur des panneaux photovoltaïques

ARIA 47912 - 17-04-2016 - 69 - ECULLY

Naf 00.00 : Particuliers

Vers 14h30, un feu se déclare sur la toiture équipée de panneaux photovoltaïques d'une maison individuelle. Un impact de foudre en serait à l'origine. Sept personnes sont évacuées. L'une d'elles est victime d'un malaise. Les secours éteignent l'incendie. La maison est très lourdement endommagée.

N° 48079 - 20/05/2016 - FRANCE - 30 - LAUDUN-L'ARDOISE

C24.10 - Sidérurgie

Dans une usine fabriquant des alliages, vers 5 h, une explosion se produit au niveau du transformateur HT alimentant un four. Celui-ci s'arrête par surintensité. L'isolateur central du transformateur coté four explose provoquant la casse du parafoudre associé et générant un incendie au niveau de l'isolateur. Des morceaux de porcelaine sont projetés à plusieurs mètres. L'huile contenue dans le compensateur s'échauffe et la fenêtre en plexiglass permettant de visualiser le niveau d'huile fond. De l'huile tombe dans le bac de rétention et s'enflamme, provoquant un incendie. Avec la chaleur, les deux autres parafoudres et isolateurs se cassent. Des câbles et l'armoire électrique de commande du transformateur sont brûlés. Les pompes de circulation d'huile chauffent.

Les secours mettent en service la mousse vers 6 h. L'incendie est rapidement éteint. L'huile est pompée et évacuée par une entreprise spécialisée. Le transformateur est démonté et remplacé. Le four peut redémarrer le lendemain.

La détérioration du connecteur due au vieillissement du papier imbibé d'huile servant d'isolant serait à l'origine du sinistre. Le papier n'a plus agi comme condensateur. Le connecteur qui s'est alors chargé à une très forte tension, au-delà de la limite de construction, a explosé.

L'exploitant programme une thermographie de toutes les têtes de connexion et un contrôle supplémentaire pour celles équipées d'un isolant en papier imprégné d'huile. Un exercice incendie avec les pompiers est également programmé.

Fuite sur une canalisation de gaz

ARIA 48238 - 30-06-2016 - 39 - MONTROND

Naf 49.5 : Transports par conduites

Vers 16 h, un agriculteur détecte une forte odeur de gaz en plein champ à proximité d'une canalisation de transport de gaz naturel (P 67 bar, DN 100). Les secours effectuent des relevés d'explosimétrie. La LIE atteint 100 % au niveau d'un poteau matérialisant la conduite de gaz. Les pompiers évacuent des engins

agricoles à proximité et établissent un périmètre de sécurité de 50 m. Les services du gaz localisent la fuite à l'endroit où un bouchon de glace s'est formé. La réparation de l'ouvrage sans couper le gaz est étudiée. Le diamètre du point de rejet est évalué à 2 mm. Le rejet de gaz a en outre engendré une érosion de la surface de la canalisation à proximité de la brèche sur 1 mm de profondeur

La foudre est à l'origine du percement en partie supérieure de la canalisation (épaisseur du tube : 3,5 mm). Une très forte activité orageuse avait eu lieu dans la région le 30/06. Depuis 1970, le transporteur recense 12 événements impliquant la foudre (1.10-5 fuite /km/an) dont 9 cas avec inflammation du gaz rejeté.

Incendie d'un transformateur électrique

ARIA 48584 - 13-09-2016 - 64 - OLORON-SAINTE-MARIE

Naf 35.13 : Distribution d'électricité

Vers 18h10, la foudre provoque l'incendie d'un transformateur de THT en HT, localisé dans un poste source de 400 m². L'installation est mise hors tension. La coupure d'électricité impacte 17 000 clients. Les pompiers éteignent l'incendie vers 0h15. Dans la matinée, 10 000 foyers sont réalimentés, puis 7 000 le lendemain soir.

Incendie dans une usine métallurgique suite à un impact de foudre

ARIA 48603 - 15-09-2016 - 78 - BONNIERES-SUR-SEINE

Naf 24.10 : Sidérurgie

Vers 2h45, suite à une perte d'alimentation électrique, un feu de câbles hydrauliques se déclare dans une aciérie. L'acier en fusion déborde sur la partie fixe des lingotières. Il s'écoule sur les sources scellées de cobalt 60 destinées à réguler le débit d'acier qui s'écoule dans les lingotières. Plongés dans le noir du fait de la perte d'alimentation électrique, les 50 employés présents évacuent le site et se regroupent au poste de secours. Les pompiers éteignent l'incendie à l'aide d'extincteurs à poudre. Pendant 3 jours, 70 personnes sont en chômage technique. Les fours sont à l'arrêt le temps d'élaborer un protocole spécifique pour retirer l'acier fondu. Une surtension provoquée par un impact de foudre sur le poste d'alimentation électrique au niveau du hall de coulée est à l'origine de l'incendie. Par ailleurs le groupe électrogène a disjoncté et n'a donc pas permis de prendre le relais de cette perte d'alimentation électrique. Au moment de l'incident, 10 t d'acier en fusion sont présents dans le répartiteur de coulée. Un système de tiroirs à busettes situé dans le répartiteur permet normalement d'obturer les ouvertures par où s'écoule l'acier. Mais les vérins hydrauliques, pourtant à sécurité positive, n'ont pas fonctionné. Les 10 t se déversent alors dans les lingotières sans possibilité de contrôler leur remplissage. La partie ductile de l'acier ne peut pas être retirée par le système de traction mécanique situé sous la lingotière du fait de la perte d'électricité. Un bouchon se crée dans la lingotière. L'acier qui continue à couler gravitairement déborde sur les lingotières. Le dégagement de chaleur fait fondre les flexibles hydrauliques des vérins présents au niveau des lingotières et provoque un départ de feu.

Feu dans une entreprise d'artifices suite à un impact de foudre

ARIA 48671 - 15-09-2016 - 84 - LE THOR

Naf 90.02 : Activités de soutien au spectacle vivant

Vers 1 h, dans une entreprise de stockage et de montage de feux d'artifice classée Seveso seuil bas, la foudre, lors d'un violent orage, entraîne l'arrêt de l'installation de surveillance électronique et de détection incendie. La société de télésurveillance alerte le responsable du site. Ce dernier effectue un contrôle visuel pendant 1h30 en restant à l'extérieur des installations. La détection étant toujours déficiente, des rondes sont mises en place jusqu'à l'arrivée des équipes à 8h30.

A 9 h, des salariés constatent de la fumée et des flammèches à la base de la haie de cyprès la plus au sud du dépôt, à 80 m d'un bâtiment de stockage. Deux cyprès ont été touchés par la foudre puis l'incendie se propage d'arbre en arbre. Le personnel attaque les flammèches à l'aide d'extincteurs.

Les pompiers sont alertés. Malgré le peu de risque de propagation aux installations, le responsable décide de faire évacuer tous les salariés. Les secours arrivent vers 9h20 et noient la zone de la haie impactée. Ils quittent les lieux à 11 h. Les salariés retournent sur le site à midi après un dernier contrôle. Le personnel réalise une surveillance de la zone incendiée durant la journée avec quelques arrosages préventifs. La société en charge du contrôle des installations "foudre" constate l'enregistrement d'un impact sur le compteur du bâtiment le plus proche des arbres. Une vérification de ce bâtiment ne révèle aucun dysfonctionnement. En fin d'après-midi, la société de maintenance de l'installation de surveillance et de détection incendie diagnostique un endommagement des cartes électroniques suite à l'impact de foudre au niveau des cyprès. Un gardiennage permanent est mis en place jusqu'au lendemain, le temps de réparer l'installation. Les arbres de la haie sont remplacés sur 45 m. L'exploitant organise une réunion avec l'ensemble de son personnel pour tirer les enseignements de l'événement. Une formation au maniement

des extincteurs est programmée. Les véhicules utilisés sur site seront équipés d'une quantité suffisante d'extincteurs pour répondre aux situations d'urgence.

Explosion de transformateur dans une usine hydroélectrique

ARIA 48658 - 01-10-2016 - 84 - CADEROUSSE

Naf 35.11 : Production d'électricité

Une explosion, suivie d'un feu, se produit vers 16 h sur un transformateur électrique situé dans un local en sous-sol d'une usine hydroélectrique. Les fumées remplissent le local de 100 m² et se propagent via les gaines électriques. Les fluides sont coupés. Les circulations routières et fluviales sont arrêtées. Les secours évacuent les employés. Ils interviennent sous ARI, le bâtiment présentant un revêtement en amiante. Les portes coupe-feu stoppent les flammes et l'extinction automatique éteint l'incendie vers 21 h.

Un transformateur auxiliaire de 5,5 kW, à l'origine du sinistre, ainsi qu'un second de 63 kW sont détruits. Le local est endommagé. Trois étages du bâtiment sont souillés par les fumées. Un impact de foudre aurait provoqué l'explosion.

2017

Fuite de gaz naturel à la suite d'un coup de foudre sur un compteur

ARIA 49645 - 12-05-2017 - 38 - SEYSSINET-PARISSET

Naf 00.00 : Particuliers

Vers 17h30, un impact de foudre provoque l'incendie d'une maison individuelle. Le compteur gaz, situé en façade de la maison, explose. Une fuite de gaz à l'air libre se déclare. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place. Les services du gaz écrasent la canalisation. La coupure impacte 450 foyers.

Chute de pale d'éolienne due à la foudre

ARIA 49768 - 08-06-2017 - 16 - AUSSAC-VADALLE

Naf 35.11 : Production d'électricité

Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.

L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.

Incendie d'un tas d'écorces dans une installation de découpe du bois

ARIA 50168 - 31-07-2017 - 26 - LE GRAND-SERRE

Naf 46.73 : Commerce de gros de bois, de matériaux de construction et d'appareils sanitaires

A 4h55, en prenant leur poste, des employés d'une usine de découpe de bois constatent la présence d'un feu sur un tas d'écorces. Ils préviennent les secours.

Conséquences

Les eaux d'extinction sont collectées dans une rétention, grâce à l'obturation de la vanne de confinement. L'incendie cause la destruction de 150 à 200 m³ d'écorces stockées, sans autre dommage matériel.

Causes

Après analyse des images de la vidéosurveillance, un impact de foudre proche pourrait être à l'origine du sinistre. L'incendie a aussi pu être causé par un dysfonctionnement de la ligne haute tension (induit par la foudre ?) située à proximité du site. Des personnes ont en effet observé des phénomènes lumineux autour de cette ligne.

Exploitation du site

L'exploitant ne respectait pas les prescriptions réglementaires concernant la réglementation foudre applicable dans les installations classées. Les installations électriques n'étaient en outre pas correctement entretenues. Après l'accident, l'industriel installe 3 paratonnerres. La ligne haute tension est vérifiée.

Un accident s'était déjà produit sur le site au niveau d'un silo de sciures au mois de juin 2017 (ARIA 50167). Des non-conformités dans l'exploitation du site avaient été relevées par l'inspection des installations classées à l'époque, notamment sur l'aspect foudre.

Départ de feu dans un bâtiment agricole

ARIA 50142 - 08-08-2017 - 69 - VILLECHENEVE

Naf 01.41 : Élevage de vaches laitières

Un feu se déclare dans l'étable d'une exploitation agricole. L'incendie est éteint à l'arrivée des pompiers. Un tableau électrique se serait enflammé suite à un impact de foudre.

Incendie dans une usine d'emballages plastiques

ARIA 50255 - 27-08-2017 - 43 - LA CHAISE-DIEU

Naf 22.21 : Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques

Un feu se déclare vers 20 h dans le local électrique de 100 m² d'une usine d'extrusion de films plastiques et de tricotage de filets en plastique de 2 400 m². Un employé prévient les secours. Les pompiers évitent la propagation du feu au bâtiment de production et protègent les 5 bouteilles d'acétylène à proximité. Ils éteignent l'incendie vers minuit. Le local électrique et 600 m² de toiture du bâtiment de production de 1 200 m² sont détruits. Les bouteilles d'acétylène sont immergées et seront prises en charge par le fournisseur. Une surveillance est maintenue pour la nuit. Après une dernière ronde le lendemain vers 13h30, les secours quittent les lieux. Le feu probablement d'origine électrique pourrait être lié à l'orage violent qui avait éclaté dans l'après-midi.

Panne électrique dans une station d'épuration lors d'une tempête

ARIA 50906 - 31-12-2017 - 56 - SERENT

Naf 36.00 : Captage, traitement et distribution d'eau

Lors du passage d'une tempête, les orages et vents violents cassent le câble d'alimentation électrique d'une station d'épuration mixte. L'alimentation électrique du site est interrompue. Le démarrage automatique du groupe électrogène de secours permet d'éviter le débordement du poste de relevage toutes eaux. Le lendemain, un groupe électrogène est mis en place pour secours de l'installation de traitement. La ligne électrique haute tension est rétablie, en fin de journée, 2 jours après l'évènement.

Aucun rejet au milieu naturel ne se produit. La continuité de fonctionnement de l'installation est maintenue grâce à la mise en place de ces groupes électrogènes.

En retour d'expérience, la pré-réservation de groupes électrogènes en prévision de l'évènement météo a permis une bonne réactivité sur site dès la survenance de l'incident. La présence du 1^{er} groupe de secours a fait fonctionner immédiatement le poste de relevage toutes eaux (industrielles et urbaines) et permis la recirculation pour éviter une pollution. Le second groupe a permis d'assurer l'intégralité du traitement (aération) pendant la durée de la panne.

N° 50148 - 04/08/2017 - FRANCE - 02 - PRIEZ

D35.11 - Production d'électricité

Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. L'aérogénérateur se situe dans un parc composé de 7 machines. Un agriculteur voisin, réveillé par la chute de la pale, donne l'alerte. Une alarme se déclenche auprès du fabricant. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'évènement. L'exploitant met en place une cellule de crise pour déterminer les causes de l'incident avec des experts. Le fabricant réalise une inspection visuelle à la jumelle sur les autres éoliennes du parc.

Le parc vient d'être construit et entre dans sa phase de mise en service. Les premiers essais sur le mât ont commencé deux semaines avant l'incident. Le fabricant précise que la pale s'est brisée lors de sa descente et était en position basse lors de sa rupture.

Des inspections visuelles menées par des experts mettent en évidence des impacts de foudre, des marques de brûlures et d'échauffement sur les segments de la pale cassée. Après analyses des relevés d'impacts de foudre depuis la livraison sur site des pales, l'exploitant identifie un impact de foudre d'intensité exceptionnelle à proximité immédiate de l'éolienne, 4 jours avant la rupture de la pale. La foudre a produit un arc électrique entre les structures de carbone et le câble de mise à la terre. Le flash produit n'a pas été capté par le système parafoudre. Il a provoqué une délamination et donc un affaiblissement de la structure de fibres de verre. Les contraintes dues à la rotation de l'éolienne ont amplifié l'affaiblissement jusqu'à provoquer la rupture de la pale et sa chute au sol.

L'exploitant procède à une inspection visuelle des enveloppes externes des pales des éoliennes du parc, pour vérifier l'absence de trace d'impact de foudre.

2018

N° 50904 - 08/01/2018 - FRANCE - 09 - PAMIER

C25.50 - Forge, emboutissage, estampage ; métallurgie des poudres

Vers 12 h, le transformateur électrique d'une usine métallurgique tombe en panne suite à un orage. Une très grande partie de l'usine est privée d'électricité. Les pompiers sécurisent les activités en cours et pouvant présenter des risques. La circulation routière est interrompue. Le POI est déclenché car l'événement est un événement initiateur de 3 scénarios décrits dans le POI. Une mise en sécurité des installations a été réalisée avec une vérification d'absence de pièces dans les bains de traitement de surface et dans les bacs de trempe à l'huile. Une surveillance des installations de chauffage et de traitement thermique ainsi que du niveau d'eau dans le château d'eau a été également réalisée. L'énergie est rétablie à 18h30.

La coupure électrique est liée à la rupture d'un isolateur dans une cellule haute tension. Cette rupture est liée à l'orage de la veille avec un impact foudre dans l'environnement du transformateur, sans contact avec la ligne électrique (absence d'enregistrement d'agression de la foudre).

L'exploitant met à jour son POI avec la création d'un scénario "0" initiateur de plusieurs scénarii. Il prévoit d'étudier la mise en œuvre d'une alimentation de secours de certains ateliers "critiques", notamment les ateliers de traitement de surface et de traitement thermique ainsi que l'alimentation de secours du circuit de refroidissement de l'usine.

Explosion dans une cheminée de traitement des gaz

ARIA 51377 - 22-04-2018 - 60 - TROSLY-BREUIL

Naf 20.14 : Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Vers 8h20, une explosion se produit au sein d'une unité de traitement d'effluents gazeux d'un site SEVESO seuil haut. A l'origine, un orage provoque la rupture de l'alimentation électrique de l'usine. Les groupes électrogènes de secours, qui sauvegardent l'alimentation électrique des infrastructures de l'usine, démarrent mais ne peuvent pas être couplés au réseau électrique. Le château d'eau qui assure le refroidissement des réacteurs d'une des unités connectées à l'unité de traitement se vide et, faute d'alimentation électrique, ne se remplit pas. L'augmentation de la température dans un des réacteurs de l'unité de production conduit l'opérateur, avec l'accord de sa hiérarchie, à déclencher le dégazage du réacteur vers la cheminée de l'unité de traitement. La colonne de sécurité entre l'unité de production et l'unité de traitement ne fonctionne plus, suite à la perte de l'alimentation en eau et, du fait de la durée prolongée de la coupure électrique. Les substances présentes dans le mélange réactionnel dégazé provoquent l'explosion au niveau de la cheminée de l'unité de traitement.

L'alimentation électrique est rétablie vers 11 h.

Au vu des dégradations provoquées par l'explosion au niveau de la cheminée de l'unité de traitement, deux unités de production sont arrêtées. La première redémarre 2 semaines après l'accident. La seconde ne peut pas redémarrer avant remise en état de l'unité de traitement, prévue 8 semaines après l'accident. Il n'y a pas eu de conséquences humaines. L'arrêt rapide des unités a permis de limiter les rejets gazeux à une quantité comparable à celle rejetée lors d'un by-pass de l'unité (lors des phases de démarrage d'installation par exemple).

Suite à cet accident, l'exploitant propose à l'inspection de mettre en place des mesures complémentaires de secours :

- ajout d'une pompe de secours pour assurer le remplissage du château d'eau ;
- mise en place de sources supplémentaires pour prolonger l'alimentation en eau de la colonne de sécurité ;
- ajout d'un groupe diesel de secours pour le ventilateur de la cheminée pour éviter l'accumulation des gaz inflammables.

Une nouvelle coupure électrique a lieu sur le site sans conséquence, 2 mois plus tard (ARIA 51657).

Dégazage des soupapes des digesteurs d'une station d'épuration

ARIA 52233 - 22-04-2018 - 94 - VALENTON

Naf 37.00 : Collecte et traitement des eaux usées

Vers 4h50, un impact de foudre perturbe la mesure du niveau d'un gazomètre d'une station d'épuration classée Seveso seuil haut. Les sécurités provoquent la fermeture des vannes d'export de biogaz sur les dômes des digesteurs, entraînant un dégazage de 215 Nm³ par les soupapes de 2 digesteurs. Les employés reconfigurent le réseau biogaz, puis redémarrent l'installation.

L'exploitant décide d'installer d'une protection foudre sur le gazomètre concerné.

Dégazage des soupapes des digesteurs d'une station d'épuration

ARIA 51672 - 22-05-2018 - 94 - VALENTON

Naf 37.00 : Collecte et traitement des eaux usées

Un impact de foudre perturbe la mesure du niveau d'un gazomètre d'une station d'épuration et entraîne la mise en sécurité de celui-ci par la fermeture des vannes du circuit d'amenée du biogaz vers les dômes des digesteurs. Cette action provoque le dégazage par les soupapes des digesteurs, entraînant un rejet de 187 Nm³ de biogaz (composé majoritairement de méthane et de dioxyde de carbone). Les employés redémarrent l'installation. L'exploitant installe une protection foudre sur l'équipement.

Fuite de gaz enflammée sur un coffret de gaz

ARIA 51629 - 26-05-2018 - 27 - CONCHES-EN-OUCHE

Naf 00.00 : Particuliers

Vers 22 h, la foudre serait à l'origine d'un incendie au niveau d'un compteur d'une habitation provoquant une fuite de gaz enflammée. 10 personnes sont évacuées. Les deux occupants de la maison sont confinés et relogés.

Fuite de gaz enflammée sur un coffret de gaz

ARIA 52367 - 26-05-2018 - 64 - GUETHARY

Naf 00.00 : Particuliers

Lors d'un orage, la foudre tombe sur un branchement du réseau de distribution de gaz naturel, provoquant une fuite de gaz enflammée.

Rejet de digestat dans une usine de méthanisation

ARIA 51814 - 05-06-2018 - 31 - BELESTA-EN-LAURAGAIS

Naf 38.21 : Traitement et élimination des déchets non dangereux

A 6h30, dans une usine de méthanisation, lors d'un violent orage, un disjoncteur pilotant une vanne d'un bac de stockage de digestat de 2 000 t saute, entraînant l'ouverture de cette dernière. L'organe de sécurité de la vanne qui garantit sa position normalement fermée ne joue pas son rôle et la vanne reste ouverte.

Un déversement de 150 t de digestat, liquide de couleur noire, s'écoule vers le réseau pluvial et atteint LA GRASSE. La pollution dans le ruisseau est diluée en raison d'un nouvel orage très violent et d'un épisode pluvieux important (30 mm en 1h30). Lors de la visite d'inspection de l'état du cours d'eau réalisée à 17h30 avec les services de secours, la pollution n'est plus visible.

Les surtensions sur le réseau électrique provoquées par les orages ont entraîné un défaut électrique à l'origine de l'événement. L'organe de sécurité de la vanne, qui n'a pas assuré sa fonction, est testé.

L'exploitant décide de compléter l'organe de fermeture par une consignation physique afin d'éviter la répétition de cet accident.

N° 51869 - 13/06/2018 - FRANCE - 58 - CHAUMARD

O84.11 - Administration publique générale

EISH : Jaune

Le barrage de classe A concerné est muni de 2 conduites de vidange de fond, équipées chacune d'une vanne amont et d'une vanne aval. Des travaux de rénovation de ces conduites et des vannes se sont achevés début juin. Leur réception était programmée le jour de l'accident.

Lors d'essais dynamiques sur les vannes de la conduite de vidange de fond en rive droite d'un barrage, des matériels et outillages de plongée, dont un obturateur, y sont entraînés. Un prestataire avait stocké ces éléments dans la conduite. Les vannes amont et aval, ainsi que la conduite, sont endommagées. L'exploitant condamne les 2 conduites de vidanges de fond, dans l'attente d'inspections subaquatiques. Les débits sont restitués à l'aval de l'ouvrage par l'usine hydroélectrique associée au barrage, ou par les clapets de l'évacuateur de crue en cas d'arrêt de celle-ci.

L'ensemble des inspections et le retrait des matériels sont réalisés le 3/07. La conduite en rive gauche est remise en service. La conduite en rive de droite est condamnée, dans l'attente de son expertise. Le 10/07, l'usine est arrêtée à cause d'un coup de foudre. Elle est remise en fonction le 13/07. Pendant cette période, le débit réservé est restitué par la vidange de fond en rive gauche.

Dans l'attente de la remise en service de la conduite en rive droite, la capacité de vidange de l'ouvrage par le conduit rive gauche uniquement est de 21,4 m³/s au lieu des 48 m³/s prévus dans les consignes d'exploitation. En cas de crue l'exploitant prévoit d'utiliser l'évacuateur de crue.

N° 57449 - 19/07/2018 - FRANCE - 85 - RIVES DE L'YON

R90.02 - Activités de soutien au spectacle vivant

Deux impacts de foudre d'une intensité de 100 kA sont relevés au sol à 2 min d'intervalles sur un site de stockage d'artifice en activité. L'évacuation des personnels étaient en cours suite au premier impact. L'événement rend un grand nombre d'éléments basse et très basse tension inopérants dont notamment des éléments de sécurité. Six bâtiments sont également foudroyés. Les fonctions de sécurité sont maintenues en mode dégradé.

Consécutivement, l'exploitant fait intervenir comme réglementairement prévu en cas d'agression orageuse, une société agréée pour réaliser le contrôle de l'ensemble des installations foudre. Des travaux sont réalisés pour lever les réserves du rapport. Le coût des dégâts s'élève à 30 k€ et la remise en état dure plusieurs mois.

L'incident met en évidence les difficultés suivantes :

- défaut de certaines protections foudre (règle des 50 cm non respectée par exemple), malgré leurs vérifications par une société agréée ;
- absence de détection incendie dans certains locaux faisant défaut hors période d'activité ;
- absence de moyens de détection d'orage fiables pour permettre la mise en sécurité des salariés et de l'installation.

L'exploitant :

- change de prestataire pour la vérification des installations foudre ;
- remet en conformité l'installation parafoudre ;
- met en place une détection incendie pour les locaux concernés ;
- s'abonne au service d'alerte foudre Météorage ;
- installe des parasurtenseurs pour tous les éléments de bureautique et téléphonie ;
- formalise une procédure de gestion des situations dégradées cas de coupure réseau électrique et/ou téléphonie
- réalise une étude de faisabilité concernant la mise en place d'un groupe de secours pour prendre le relai en cas de coupure électrique (non retenue d'un point de vue technico-économique)

Le site avait connu un événement similaire en 2014 (ARIA 57448).

Pollution par du lisier depuis une exploitation agricole

ARIA 52624 - 30-08-2018 - 49 - SEVREMOINE

Naf 01.47 : Élevage de volailles

Vers 10 h lors d'un orage, une fuite de lisier se produit depuis un stockage en béton dans une exploitation agricole. Le lisier se repend à l'intérieur d'une rétention dont la vanne de vidange est ouverte pour évacuer les eaux de pluies. L'exploitant met en place des bottes de pailles et réalisent des merlons de terre pour contenir l'écoulement. Une partie du lisier coule jusqu'à un fossé en bordure de la voie communale. Il gagne un bassin d'eau pluviale en relation directe avec l'AVRESNE. 25 m³ de lisier de canard se sont déversés. Le fossé est curé. Sur la demande de l'agence française pour la biodiversité, l'exploitant déverse l'eau d'un étang dans le fossé pendant 5 jours.

Durant l'orage, la foudre est tombée à proximité de l'exploitation. Un bouchon sur une conduite en PVC de la fosse à lisier se serait dévissé sous l'effet des vibrations de l'impact, provoquant le rejet.

Perte d'alimentation électrique dans une raffinerie

ARIA 52720 - 30-11-2018 - 13 - FOS-SUR-MER

Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Vers 10h40, un impact de foudre sur le réseau électrique public provoque la perte simultanée des 2 alimentations principales d'une raffinerie. Une partie des installations est arrêtée et mise en sécurité. Les hydrocarbures gazeux en cours de fabrication sont brûlés à la torche, conformément aux procédures d'exploitation. Le POI est déclenché. L'exploitant redémarre les unités en minimisant la durée et l'intensité des nuisances liées à ces opérations. Plusieurs entreprises de la zone industrielle sont impactées. Le transporteur d'énergie fait face à une fragilité temporaire du réseau. La direction s'excuse auprès des riverains dans un communiqué d'information, 5 jours plus tard.

2019

N° 53429 - 02/04/2019 - FRANCE - 80 - EQUANCOURT

D35.11 - Production d'électricité

Dans l'après-midi, lors d'un épisode orageux, la foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Un élu constate une trace noire sur une des pales de la machine. Il alerte le gestionnaire du site. Après constat sur place, l'éolienne est arrêtée à distance à 18h30. Une équipe technique, arrivée sur place à 20h37, place les pales en drapeau et positionne la pale impactée vers le bas, le long du mât, pour éviter tout risque complémentaire. La zone au pied de l'éolienne est balisée pour prévenir tout risque d'accident.

L'impact de foudre a endommagé le revêtement de la pale, proche de la base, sur 5 000 cm².

Le lendemain matin, un expert de la société de fabrication et maintenance de l'éolienne inspecte l'équipement et la pale endommagée. Il estime qu'il n'y a pas de risque d'aggravation des dégâts ni de chute de composants tant que l'éolienne reste à l'arrêt avec les pales mises en drapeau. Une autre inspection les jours suivants permet de confirmer qu'aucune autre des éoliennes n'a été touchée par la foudre. La pale est déposée pour la réparer.

N° 53957 - 20/06/2019 - FRANCE - 71 - PALLEAU

H49.50 - Transports par conduites

Vers 6h45, une fuite enflammée de gaz naturel se produit au niveau d'un évent d'une station de compression. Le personnel maîtrise l'incendie. Une vérification de l'installation est effectuée avant la remise en service. La foudre aurait provoqué l'inflammation du gaz. Les installations comportent, par ailleurs, des fuites internes sur certaines vannes qui génèrent un faible rejet de gaz au niveau de l'évent. Suite à l'événement, l'exploitant réalise une maintenance de ces dernières.

N° 54385 - 26/07/2019 - FRANCE - 89 - CHAMPCEVRAIS

S96.01 - Blanchisserie-teinturerie

Vers 7h30, un feu se déclare sur des câbles électriques dans une blanchisserie à la suite d'un impact de foudre. L'incendie se propage dans le séchoir, où se trouve du linge. Deux salariés présents éteignent l'incendie à l'aide d'extincteurs avant l'arrivée des pompiers. Ces derniers sécurisent l'installation et retirent le linge du séchoir pour éviter les risques de reprise du sinistre. L'outillage est détérioré. D'importants dommages électriques empêchent la trentaine de salariés de poursuivre leur activité sur place. Le personnel est redéployé sur d'autre site le temps de remettre en état les locaux.

Un court-circuit dû à la foudre est à l'origine du sinistre.

N° 53955 - 03/07/2019 - FRANCE - 11 - SIGEAN

D35.11 - Production d'électricité

A 18 h, une éolienne d'un parc s'arrête automatiquement à la suite d'une alarme vibration provoquée par un impact de foudre. Le lendemain, à 10 h, l'exploitant constate un impact sur le milieu de la pale et une ouverture du bout de pale sur 2 m. L'exploitant découpe l'extrémité de la pale endommagée pour éviter sa rupture complète. Le morceau de pale est stocké en vue d'une expertise. La machine est à l'arrêt et le rotor en position de sécurité.

N° 56060 - 13/12/2019 - FRANCE - 45 - SAINT-JEAN-DE-BRAYE

H52.10 - Entreposage et stockage

A la suite d'un impact de foudre à proximité immédiate d'un dépôt pétrolier, la communication entre l'automate de défense contre l'incendie (DCI) et une des boucles de communication de la DCI est défaillante. Le réseau de communication DCI du dépôt est constitué de trois lignes qui partent du local DCI et communiquent avec l'ensemble des motorisations de vannes terrain. Trois parafoudres sont spécifiquement dédiés au réseau. Lors de l'impact foudre, des vannes motorisées deviennent inopérantes en mode automatique en fonctionnement à distance. Elles restent manœuvrables en manuel. Après intervention du prestataire, le lendemain, une carte de communication dans l'automate DCI est remplacée mettant fin au défaut.

Un mois plus tard, des défauts réapparaissent (signaux sonores) sur la communication entre l'automate DCI et différentes vannes incendie requises dans les scénarios incendie du POI. Les mesures

compensatoires, prévues dans le POI, sont alors mises en œuvre en moins de 15 minutes. Les mêmes prestataires identifient les cartes de communication des vannes identifiées comme défectueuses sur le synoptique DCI. Les cartes sont alors remplacées, mais d'autres cartes de la boucle, initialement non indiquées être en défaut, se mettent en désordre. Le dépôt fait appel à une société spécialisée de la technologie du réseau. Elle détecte une carte défaillante sur une vanne située à l'entrée du réseau de la boucle de communication. Ce défaut n'était pas retranscrit sur le synoptique DCI. La carte est remplacée, permettant de retrouver la disponibilité de l'ensemble du réseau DCI en mode automatique. Cette société certifie le réseau DCI conforme.

La précédente étude foudre concluait à la conformité du réseau de protection contre la foudre. Le site était à jour de la maintenance préventive sur les équipements de protection. Les trois parafoudres du réseau sont remplacés. L'analyse du risque foudre est prévue d'être réalisée dans les délais réglementaires et prend en compte le retour d'expérience de cet événement. Le site engage une réflexion sur les actions à réaliser visant à fiabiliser le réseau actuel.

2020

N° 57889 - 26/01/2020 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER

D35.21 - Production de combustibles gazeux

A 10h30, lors d'un épisode orageux, une inflammation de l'évent de l'une des soupapes de surpression du réservoir de stockage de gaz naturel liquéfié se produit dans un terminal méthanier. L'alerte est donnée par une alarme de détection flammes dont les capteurs sont situés en haut des événements des 4 soupapes de surpression du réservoir. Le déluge par sprinkler sur le dôme du réservoir se déclenche automatiquement. L'exploitant analyse que le nuage enflammé provient de la non-étanchéité d'une soupape et non de son ouverture. Il décide de ne pas déclencher le poste à poudre pour arrêter l'inflammation. 15 min après le début de l'inflammation, un agent se déplace pour fermer manuellement la vanne d'isolement de la soupape et arrêter l'inflammation. Après le passage de l'épisode orageux, la vanne d'isolement de la soupape est rouverte.

L'inflammation est due à une perte d'étanchéité de la soupape et une source d'inflammation, non identifiée, pendant l'épisode orageux. Aucun impact de foudre n'a eu lieu dans la zone au moment de l'événement. L'exploitant suppose que l'inflammation serait due à de l'électricité statique. Un événement similaire d'inflammation de soupape fuyarde lors d'un épisode orageux sur le même réservoir a eu lieu un peu plus d'un an avant. L'exploitant a supposé que l'inflammation avait été provoquée par un éclair (impacts de foudre à proximité lors de cet épisode). Aucune action n'avait été lancée concernant la source d'inflammation, la probabilité de renouvellement d'un tel événement ayant été jugée extrêmement faible. La perte de confinement de la soupape était connue de l'exploitant. A la suite d'un précédent événement où 3 soupapes de surpression du même réservoir s'étaient ouvertes de façon intempestive, l'exploitant avait mis en place un contrôle de la présence de gaz aux événements des soupapes du réservoir. Depuis cet événement, une première soupape a été isolée. Elle n'était plus étanche et la quantité de gaz naturel émis était supérieure à la LIE. La soupape en jeu dans le présent événement a ensuite été détectée fuyarde. Sans dépassement de la LIE, elle a été maintenue en ligne. Des kits de maintenance ont été commandés. La procédure d'achat a allongé le délai de livraison de ces kits de maintenance.

A la suite de l'événement, l'exploitant décide de poursuivre l'exploitation du réservoir avec 2 soupapes sur 4, avec la mise en œuvre des mesures compensatoires prévues dans l'analyse de risques.

L'exploitant met en place les actions suivantes :

- remplacement des soupapes et recherche de l'origine de leur perte d'étanchéité ;
- analyse, par une société spécialisée, de l'origine de l'inflammation et préconisation de protections foudre complémentaires ;
- maintien du contrôle régulier de présence de gaz dans les événements ;
- création d'un plan d'inspection pour réaliser, de façon semestrielle, une détection de fuite sur toutes les soupapes avec rejet à l'atmosphère.

N° 55641 - 30/04/2020 - FRANCE - 29 - PLOUARZEL

D35.11 - Production d'électricité

Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. De forts craquements sont audibles à 300 m de l'éolienne. Une partie de 1,5 m chute au sol. Un technicien sur place pour une intervention constate l'avarie vers 11h20. Le responsable d'exploitation et une équipe arrêtent et mettent en sécurité les 5 éoliennes du parc. Un gardiennage 24h/24 et un périmètre de sécurité de 50 à 60 m sont mis en place. Le périmètre est renforcé par un arrêté municipal qui interdit l'accès au chemin rural. Quatre jours après le constat, l'exploitant bloque mécaniquement le rotor afin de réduire les efforts mécaniques sur les structures mobiles de l'éolienne. Les travaux de réparation de la pale endommagée nécessitent l'installation d'une plateforme pour grue. Elle est mise en place 13 jours après l'incident. L'exploitant organise des vérifications avant de pouvoir remettre en service le parc. Les mesures de sécurité doivent être maintenues tant que la pale n'est pas démontée.

La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne. L'exploitant collecte ces déchets.

Le système de surveillance de l'éolienne n'a pas détecté les chocs de la pale sur le mât, ni de déséquilibre dans la rotation des pales. L'exploitant confirme que l'éolienne, âgée de 20 ans, n'est pas dotée de dispositif de balourd. D'après les premiers éléments d'analyse de l'exploitant, l'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé. L'inspection des installations classées avance l'hypothèse de coups de vents à répétition dans la zone d'implantation, dont la vitesse serait supérieure à celle à l'origine du dimensionnement de l'éolienne, et qui auraient pu avoir fatigué prématurément les pales.

L'inspection des installations classées estime que l'exploitant doit :

- investiguer les possibilités d'améliorations des systèmes de surveillance et de détections des anomalies, notamment celles qui affectent l'équilibrage de l'éolienne ;
- préciser la compatibilité du dimensionnement initial de l'éolienne avec les conditions aérodynamiques réelles du site d'implantation en prenant en compte le vieillissement des structures mécaniques.

N° 55682 - 26/06/2020 - FRANCE - 59 - AIX-EN-PEVELE

D35.12 - Transport d'électricité

Vers 12 h, la foudre tombe sur un transformateur électrique 20 000 V situé en haut d'un pylône. Mélangés à l'eau de pluie, 100 l de pyralène se déversent dans les égouts. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 50 m et posent des couvres-égout pour endiguer les écoulements. La rivière voisine est surveillée. Aucune pollution n'y est détectée.

L'impact prive 200 clients d'électricité. Une personne voisine ressent des brûlures aux mains après avoir soulevé sa plaque d'égout privative. Elle est transportée à l'hôpital.

N° 58240 - 17/08/2020 - FRANCE - 53 - LAVAL

C18.13 - Activités de pré-press

Vers 17h30, un feu se déclare dans un espace de bureaux et se propage à un atelier contenant des machines automatiques et des robots dans une entreprise spécialisée en décoration sur objets. L'alerte est donnée par l'entreprise voisine et des passants. Vers 19h30, l'incendie est éteint par les pompiers. 600 m² du bâtiment sont touchés. Du matériel isolant et des plastiques ont brûlé. Des déchets d'amiante sont présents. Une partie du personnel est reclassé au sein de la maison-mère, le temps des travaux de réhabilitation. L'activité reprend dans un autre bâtiment du site, un mois après l'incendie. Le bâtiment est dépollué et décontaminé.

Le site était fermé lors du sinistre en raison des congés annuels. Un orage s'est produit 2 jours avant l'incendie et un impact de foudre a eu lieu. Quelques heures avant le sinistre, l'électricité a été remise dans le secteur alimentant l'entreprise. L'incendie est d'origine électrique.

N° 58235 - 15/08/2020 - FRANCE - 35 - MARTIGNE-FERCHAUD

C10.61 - Travail des grains

Vers 2h30, le système de détection incendie d'un bâtiment à usage de moulin de 200 m² se déclenche. L'exploitant est contacté mais considère que l'alerte est liée à un dysfonctionnement. Un passant alerte les pompiers de la présence d'un feu. Les secours éteignent le feu à l'aide de 4 lances, dont une sur échelle, mais rencontrent des difficultés d'accès en raison de la configuration du bâtiment. Le technicien de maintenance met en sécurité le site à partir de 8 h. Le blé brûlé stocké dans le moulin est pompé et évacué dans une filière de traitement.

L'incendie a impacté le laboratoire et un bâtiment contigu.

Les conditions météorologiques étaient orageuses cette nuit-là. Le feu s'est déclaré depuis le coffret électrique installé dans le placard du laboratoire. L'origine de l'activation est l'électricité provoquée par une défaillance d'un appareil électrique et/ou les impacts de foudre entraînant des remontées de potentiel des terres avec des surtensions par le biais des réseaux des terres et des masses.

L'exploitant raccorde les détecteurs de fumée à une centrale de surveillance. Un exercice incendie avec les pompiers est programmé.

N° 59282 - 01/08/2020 - FRANCE - 69 - SEREZIN-DU-RHONE

G46.72 - Commerce de gros de minerais et métaux

Durant les vacances estivales, un impact de foudre touche les installations d'une entreprise spécialisée dans le négoce et la distribution de métaux. Au début du mois suivant, les installations de protection foudre sont vérifiées, elles sont conformes. Deux semaines après la vérification, un deuxième impact de foudre se produit. Un nouveau contrôle est effectué, révélant la défectuosité du paratonnerre. La pointe du paratonnerre est remplacée. À la suite de l'événement, l'exploitant maintient un contrôle régulier des installations

N° 57338 - 01/09/2020 - FRANCE - 69 - DECINES-CHARPIEU

C21.20 - Fabrication de préparations pharmaceutiques

Un impact de foudre met à l'arrêt les installations d'une usine pharmaceutique. La foudre tombe également sur le poste de distribution en gaz du site. Les sécurités assurent leur fonction, 2 raccords isolants explosent. Le gestionnaire du réseau de gaz remplace les raccords.

N° 56321 - 19/09/2020 - FRANCE - 13 - CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES

C19.20 - Raffinage du pétrole

Vers 23h15, durant un orage, le poste du réseau de transport d'électricité d'une raffinerie n'est plus alimenté coupant le réseau 63 kV en amont du site durant 36 minutes. Le personnel d'astreinte est mobilisé. Les installations sont arrêtées et mises en sécurité. Les 4 groupes diesel pour alimenter le système de contrôle commande et les automates de sécurité démarrent conformément aux procédures de sécurité. L'ensemble des onduleurs ont bien fonctionné. Les utilités sont redémarrées progressivement au cours de la nuit. Des épisodes de torchages et des nuisances sonores sont constatées durant 48 heures. 233 t d'hydrocarbures sont brûlés à la torche.

Deux impacts de foudre à une minute d'intervalle sont la cause de la coupure de l'alimentation électrique du site. Si les protections aux postes de livraison ont bien fonctionné, les réenclenchement automatiques sur le réseau de transport d'électricité n'ont pas été opérants.

À la suite de l'événement, l'exploitant :

- transmet au gestionnaire du transport d'électricité le téléphone du pupitreur en raison des difficultés de communication rencontrées lors de l'incident ;

- réalise une analyse croisée avec étude de vulnérabilité.

N° 57228 - 20/09/2020 - FRANCE - 30 - TRESQUES

G46.21 - Commerce de gros de céréales, de tabac non manufacturé, de semences et d'aliments pour le bétail

Vers 7 h, au cours d'un orage, l'extinction mousse se déclenche dans les cellules de stockage d'un commerce de céréales. La réserve en eau et la réserve d'émulseur se remplissent. Les portes coupe-feu se ferment et les trappes de désenfumage s'ouvrent. L'exploitant vérifie l'état de l'installation d'extinction mousse et des dispositifs de sécurité incendie ainsi que la comptabilisation d'un impact de foudre ou non au compteur. Aucun impact n'est détecté. Les trappes sont refermées, les cartouches percutées sont retirées et de nouvelles cartouches de gaz sont mises en place. Le prestataire du système est contacté. Un organisme spécialisé trie les marchandises, nettoie le site et élimine les déchets.

Le déclenchement fait suite à des perturbations électromagnétiques en raison des forts orages. Le système de sécurité incendie ne s'est pas déclenché, seule l'installation mousse s'est activée.

N° 56995 - 01/12/2020 - FRANCE - 71 - CRISSEY

G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

À 15h45, une déflagration se produit dans un poste de livraison électrique haute tension (HT) à l'entrée d'un site de commerce de produits chimiques. L'explosion entraîne une coupure électrique. Quelques minutes plus tard, le courant électrique se rétablit sans intervention. Constatant la présence d'un dégagement de fumées au niveau du poste, les pompiers et une entreprise de maintenance électrique spécialisée se rendent sur les lieux. Le poste de livraison est mis hors tension. Le courant électrique est rétabli vers 20 h après contrôles. Les fumées se dissipent par l'aération du local.

L'incident serait lié à un retour de courant électrique par la terre au niveau du parafoudre avec un potentiel défaut d'isolation du parafoudre.

L'exploitant entreprend une démarche préventive de contrôle des cellules électriques du poste de livraison.

2021

N° 57421 - 23/01/2021 - FRANCE - 85 - RIVES DE L'YON

R90.02 - Activités de soutien au spectacle vivant

A 8h38 un samedi, sur un site de stockage d'artifice à l'arrêt pendant le week-end, un transformateur appartenant au gestionnaire du réseau électrique de distribution s'enflamme à la suite d'un impact de foudre. La cuve d'huile minérale se déchire provoquant un dégagement de gaz et une projection d'huile. Une partie est recueillie dans la cuvette de rétention située à la base du poteau et une autre impacte 15 m² au sol. A 10h35, un riverain constate des flammes au niveau du transformateur et appelle les pompiers. Un salarié de l'entreprise alerte l'exploitant. Le sinistre provoque une coupure de l'alimentation en électricité du site pendant 10 h, ainsi que quelques éléments basse tension et 2 bâtiments tiers du fait de la surintensité. A 15h15, le gestionnaire du réseau électrique réalise les réparations. La terre souillée est retirée sur une profondeur de 20 cm et remplacée par du sable. Les déchets sont transférés vers une filière adaptée. L'alimentation du site est rétablie à 18h30.

Le transformateur est détruit et 200 kg d'huile minérale ont été dispersés au sol. Les dommages sur les biens s'élèvent à 5 000 €. Les fonctions de sûreté et de sécurité sont maintenues en mode dégradé conformément aux procédures internes.

L'incident met en évidence les difficultés suivantes :

- Moyen de transmission d'information limité sur la présence d'un sinistre sur le site hors période d'activité, du fait de la non-identification de la zone concernée comme partie intégrante de la société par les services de secours ;
- Absence de moyen de relevé d'impact foudre (hors période activité en particulier), qui aurait permis l'identification d'une agression foudre dans le site ;
- Évolution d'un salarié isolé dans l'enceinte du site sans moyen d'alerte et de localisation ;
- Difficulté de contact avec le gestionnaire du réseau électrique en cas d'urgence.

Une société agréée contrôle l'ensemble des installations foudre, comme demandé réglementairement. Cette vérification ne relève pas de détériorations ni de non-conformité de ces dernières. Un abonnement au télécompteur impact de foudre complémentaire au service d'alerte est envisagé par l'exploitant. Un DATI est mis en place pour le gardien du site. Enfin, le gestionnaire du réseau électrique met à disposition de l'exploitant un numéro d'urgence réservé aux industriels.

L'exploitant a déjà connu 2 événements similaires en 2014 et 2018 (ARIA 57448 et 57449).

N° 56765 - 12/02/2021 - FRANCE - 02 - PRIEZ

D35.11 - Production d'électricité

Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse. L'alerte est donnée à l'exploitant par la mairie. Vers 9h15, les équipes de maintenance arrêtent l'ensemble des éoliennes du parc à distance. Sur place à 10h30, elles établissent un périmètre de sécurité de 150 m autour de l'éolienne. Un agent de sécurité surveille l'accès au site. Les débris de pales sont retirés. L'ensemble du parc est à l'arrêt.

La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). La réparation a été effectuée par un technicien à l'issue de la fabrication. Aucun système instrumenté de sécurité n'a détecté la rupture de pale pouvant entraîner l'arrêt de la machine en sécurité.

Des cordistes effectuent des contrôles visuels à l'aide de drones et de nacelles. L'exploitant détecte des défauts similaires sur 3 autres pales du parc. L'inspection des installations classées conditionne le redémarrage du parc, notamment, à l'analyse des causes de l'incident et à l'assurance du bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité.

Le parc éolien a déjà fait l'objet d'une rupture de pale sur une autre éolienne en 2017, lors de la mise en service du parc, à la suite d'un impact de foudre (ARIA 50148).

N° 57506 - 23/06/2021 - FRANCE - 73 - LESCHERAINES

F43.91 - Travaux de couverture

Vers 20h30, un feu se déclare dans un silo contenant de la sciure d'une entreprise spécialisée dans la construction bois. Un périmètre de sécurité est mis en place. Les pompiers maîtrisent l'incendie à l'aide de lances. Vers minuit, le silo s'éventre. La sciure présente est évacuée à l'aide d'une pelle mécanique. D'après la presse, l'incendie a été provoqué par un impact de foudre.

N° 57594 - 06/07/2021 - FRANCE - 43 - SAINT-GERMAIN-LAPRADE

C10.61 - Travail des grains

Vers 10h30, la foudre provoque une coupure électrique au sein d'une meunerie. Le tapis d'une ligne se retrouve à l'arrêt. La chaleur des produits provoque un début d'incendie dans un conduit d'extraction. Le personnel maîtrise l'incendie à l'aide d'extincteur avant l'arrivée des pompiers. A l'aide d'une caméra thermique, les secours vérifient l'absence de point chaud.

N° 57667 - 24/07/2021 - FRANCE - 973 - SINNAMARY

D35.11 - Production d'électricité

Vers 14 h, à la suite d'un impact de foudre, un incident technique se déclare sur des turbines d'un barrage électrique. Seule la partie production/raccordements est touchée et non les organes hydrauliques. L'électricité est coupée sur les communes du littoral, impactant 60 000 clients. A 17 h, la situation est rétablie.

N° 58430 - 31/07/2021 - FRANCE - 30 - AUBORD

E38.32 - Récupération de déchets triés

Vers 20h50, un feu se déclare au niveau d'une batterie au lithium dans une alvéole de ferrailles d'un centre de récupération de déchets triés. L'alerte est donnée par la caméra thermique. Les employés maîtrisent l'incendie, avant l'arrivée des pompiers.

L'incendie est lié à un impact de foudre sur une batterie au lithium.

A la suite de l'événement, l'exploitant diffuse une lettre d'information concernant les batteries au lithium. De plus, une deuxième caméra est achetée.

N° 58006 - 26/09/2021 - FRANCE - 26 - CREPOL

H52.10 - Entreposage et stockage

Vers 5h30, à la suite d'un impact de foudre, un feu se déclare sur un poids lourd frigorifique dans une entreprise de transport. L'incendie se propage à d'autres véhicules. Le personnel évacue les camions à proximité. Les pompiers stoppent la propagation.

N° 58542 - 24/11/2021 - FRANCE - 11 - NARBONNE

000.00 - Particuliers

A 4h25, les pompiers interviennent sur une fuite de gaz enflammée au niveau d'un coffret de gaz en limite du domaine public. Le technicien du gaz ferme le robinet réseau à 4h38. L'incendie est circonscrit à 5h07 grâce à la fin de l'échappement gazeux effective. La distribution d'énergie est coupée chez 54 clients. Un impact de foudre serait à l'origine du sinistre.

2022

N° 58932 - 23/04/2022 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER

C24.10 - Sidérurgie

Vers 20 h, à la suite d'intempéries, la foudre provoque une coupure électrique générale d'un site sidérurgique. Le plan d'opération interne (POI) est déclenché et les installations sont mises en sécurité. Toutes les chandelles permettant d'assurer la combustion du gaz sont allumées en grande partie automatiquement, quelques-unes manuellement. Les pompiers externes refroidissent les installations avec les moyens hydrauliques du site. Vers minuit, l'électricité est rétablie et le POI est levé.

N° 59141 - 05/06/2022 - FRANCE - 95 - BESSANCOURT

E38.32 - Récupération de déchets triés

Vers 6 h, un feu se déclare sur une centaine de mètres cube de métaux stockés en extérieur d'une entreprise de traitement de métaux. Un important panache de fumée se dégage. Les pompiers, alertés par un tiers, ouvrent le portail à la scie circulaire et mettent en œuvre 4 lances. Les employés du site, alertés via la vidéosurveillance, arrivent sur place et aident les secours à faire la part du feu en déplaçant la ferraille à l'aide d'une pelle. Les vannes d'obturation des réseaux sont fermées. La route d'accès est coupée et la déchetterie voisine est fermée pendant la durée de l'intervention. L'incendie est éteint à 19 h et les secours quittent le site après contrôle des points chauds. Les mesures de l'air ne relèvent aucun risque de toxicité. Le bassin de rétention déborde et le service d'assainissement est alerté. L'exploitant fait pomper et analyser les eaux d'extinction contenues sur le site et nettoyer son réseau.

Une quantité d'eau estimée à 1 000 m³ se déverse pour partie dans le bassin du SIARE situé à l'extérieur, face à l'accès au site, et pour partie le long de la chaussée jusqu'à un champ de colza situé à une centaine de mètres du site. Ces eaux sont passées avant rejet par le séparateur et décanteur du site.

Toutes les eaux d'extinction n'ont pas été confinées sur le site, car la capacité de rétention a été dépassée et la vanne de barrage n'a pas joué son rôle. Plusieurs éléments laissent penser qu'un impact de foudre pourrait être à l'origine de l'incendie :

- foyer de l'incendie situé au sommet du tas de déchets ;
- de nombreux impacts de foudre recensés dans ce secteur au cours de cette nuit-là ;
- plusieurs équipements électriques du site ont été mis en défaut ou légèrement endommagés au cours de l'incident (pont bascule, portique de détection de radioactivité, laser de mesure de découpe à la cisaille).

L'exploitant doit s'assurer que la mise en rétention des eaux d'extinction soit effective, mettre en œuvre les mesures de prévention anti-foudre suggérées dans l'analyse du risque foudre de 2010 et mettre à jour cette analyse.

N° 59292 - 04/06/2022 - FRANCE - 31 - ESCALQUENS

G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

Un samedi, vers 21h40, un feu se déclare dans une benne de déchets non dangereux située en extérieur non protégée et placée à côté du bâtiment de produits corrosifs dans une entreprise de commerce de gros de produits chimiques. L'alerte est donnée par des riverains qui aperçoivent de la fumée. La benne, quasiment vide, n'est pas équipée d'une détection incendie, ni d'extinction automatique. Les pompiers interviennent. L'événement dure 30 minutes. Vers 22h30, les pompiers quittent le site. La benne et les déchets brûlés sont évacués par un prestataire.

D'après l'exploitant, un arc électrique par un impact de foudre "intra-nuage" (c'est-à-dire sans impact au sol) pourrait être à l'origine de l'incendie. Une heure avant le début de l'incendie, un gros orage s'est produit et les vidéos des caméras de surveillance montrent un flash lumineux. L'échauffement des déchets stockés est écarté au regard de l'inventaire de la benne ainsi qu'un acte de malveillance au regard des vidéos issues des caméras de surveillance.

L'exploitant mandate une entreprise extérieure pour contrôler l'ensemble des systèmes foudre. L'analyse foudre est mise à jour.

N° 59339 - 07/06/2022 - FRANCE - 59 - LIMONT-FONTAINE

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Vers 5h30, lors de la mise sous tension de la station de distribution carburant, la pompe se met en fonctionnement sans ordre de marche dans une carrière. Cette mise en fonctionnement entraîne le

déversement, via le dégazeur, du contenu de la cuve de gazole non routier sur l'aire étanche. 11 380 l de gazole se dirigent dans le bassin et dans le débourdeur/déshuileur. L'installation est automatiquement fermée. Une entreprise spécialisée pompe les matières liquides, les boues. La zone est nettoyée.

Le rejet est dû à un impact de foudre entraînant une surtension et une défaillance de l'automate. Ce dysfonctionnement était inconnu par le constructeur.

A la suite de l'événement, l'exploitant installe une vanne sur le dégazeur, en cas de récurrence du dysfonctionnement la pompe se met en sécurité et s'arrête.

N° 59231 - 22/06/2022 - FRANCE - 72 - BERNAY-NEUVY-EN-CHAMPAGNE

A01.50 - Culture et élevage associés

Vers 19 h, un feu se déclare dans une porcherie de 600 m² abritant 500 porcs. Un important panache de fumée se dégage. Les pompiers éteignent l'incendie vers 20 h à l'aide de 3 lances. Aucun animal n'a survécu. D'après la presse, la foudre serait à l'origine de l'événement.

N° 60961 - 05/09/2022 - FRANCE - 59 - LOOS

C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Vers 19h15, lors d'un violent orage sur une plateforme chimique, une inflammation d'hydrogène (1 min) se produit en sortie de cheminée de la garde hydraulique d'hydrogène de l'électrolyse. Un opérateur présent alerte le chef de poste. Ce dernier reçoit une alarme température haute au niveau de la cheminée et constate une baisse progressive des électrolyseurs et un envoi massif d'azote à la cheminée pour souffler la flamme. Les flammes sont éteintes. N'ayant pas de visibilité sur les flammes, le chef de poste actionne le bouton d'arrêt d'urgence entraînant l'arrêt des électrolyseurs, de la production et de la génération d'hydrogène au niveau de la cheminée. Sur place, le personnel de production et de maintenance constate que la sonde de température est brûlée et l'enveloppe détériorée. Le capteur et le câble sont remplacés et remis en service. Vers 22 h, les électrolyseurs sont remis en service progressivement.

Pendant 1 min, un flux contenant 600 Nm³/h d'hydrogène soit 10 Nm³ d'hydrogène sont brûlés à la torche soit 900 g de d'hydrogène.

Un impact de foudre a entraîné l'inflammation de l'hydrogène présent au niveau de la cheminée de la garde hydraulique. La présence d'hydrogène dans la garde est liée au fonctionnement de l'électrolyse et à sa valorisation partielle. La sonde de température de la garde étant détériorée, elle a détecté une montée rapide de température conduisant au soufflage de la flamme à la cheminée. La foudre a frappé le site au niveau d'un échafaudage non démonté à la suite de travaux. À cause du risque ATEX dans la zone, l'échafaudage ne pouvait être démonté que lors d'un arrêt longue durée de l'installation. De plus, l'exploitant ne prévoit pas de baisse de production lors des épisodes orageux.

À la suite de cet événement, l'exploitant prévoit :

- le démontage de l'échafaudage lors du prochain arrêt technique ;
- l'étude de mise en alerte du site et de mise à jour des consignes en cas d'orage ;
- l'étude de projets de valorisation de l'hydrogène ;
- la recherche des bonnes pratiques auprès de producteurs de chlore et d'hydrogène.

N° 59975 - 21/11/2022 - FRANCE - 82 - CASTELSARRASIN

C24.42 - Métallurgie de l'aluminium

Vers 17 h, une coupure électrique générale de l'arrivée HTB (63 kV), ainsi que de l'alimentation secours HTA (20 kV), se produit dans une usine d'aluminium faisant courir le risque d'une perte majeure sur un four industriel à induction en activité. En effet, le métal liquide présent dans les inducteurs ne doit pas se figer sans quoi le four ne peut pas redémarrer. L'exploitant contacte immédiatement le dispatching du gestionnaire de réseau afin que l'alimentation de secours soit remise en service dès que possible (numéro d'urgence disponible dans le classeur de situation d'urgence). Celui-ci priorise la remise en service de l'alimentation HTA de secours qui est fonctionnelle vers 17h25. L'exploitant bascule son four en moins de

10 min sur l'alimentation de secours et remet son installation critique en fonctionnement à 17h35 sans dommages.

L'événement a généré une perte de production de 3 h.

La remise en état d'un four à induction après que le métal a figé dans les inducteurs est une opération très lourde : 2 mois de travail pour un coût compris entre 250 à 400 k€. Le temps maximal de coupure électrique pour le four est estimé entre 45 min à 1 h. Les dispositifs et procédures internes de secours de l'exploitant fonctionnent (fiches de manœuvre pour le basculement du four, n° d'urgence, secours des cartes automatiques ...)

Le jour de l'événement, un violent orage s'est produit et des impacts de foudre auraient endommagé un poste électrique. Le système de protection des ouvrages contre les défauts d'isolement du gestionnaire de réseau a été activé. La mise hors service du poste 63 kV fait suite à l'ensemble des actions automatiques ou en télécommande réalisées pour éliminer les défauts d'isolement détectés.

À la suite de l'événement, l'exploitant :

- réalise des tests de basculement sur le secours HTA avec tous les électromécaniciens d'astreinte lors du prochain arrêt technique ;

- revoit les procédures liées aux différents scénarios d'urgence et réarmement général ;

- évalue l'intérêt et les dimensions d'un groupe électrogène de secours qui permettrait de vider le four en cas de coupure électrique.

Le classement de l'usine en tant que site critique vis-à-vis de l'approvisionnement électrique n'avait, par ailleurs, pas été identifié comme tel. Une revue du processus de classement et sa validation par les acteurs concernés est à revoir.

N° 59952 - 23/11/2022 - FRANCE - 35 - PLELAN-LE-GRAND

D35.11 - Production d'électricité

Vers 22h30, un orage touche un réseau électrique et des éoliennes. Une carte électronique est détériorée et la machine s'arrête. Deux jours plus tard, après réparation et peu après le redémarrage de l'éolienne, le bout d'une pale se plie. Après inspection, un impact de foudre est visible, celle-ci a traversé le bout de la pale. Les installations sont sécurisées et les inspections sont menées. Par mesure de sécurité, la route est fermée par arrêté de la commune et le reste jusqu'à l'enlèvement de la pale.

2023

N° 60807 - 31/05/2023 - FRANCE - 65 - BORDERES-SUR-L'ECHEZ

E38.31 - Démantèlement d'épaves

Vers 21h30, un feu se déclare sur un stock de tournures de titane dans un centre VHU. Les pompiers éteignent l'incendie au moyen de lances à eau vers 22h25.

Une vingtaine de big-bags de tournures de titane de 5 t sont détruits. Les déchets de tournures de titane générés dans l'incendie sont traités et éliminés par une société spécialisée. Les eaux d'extinction sont confinées puis éliminées dans le réseau d'eaux pluviales, après vérification du respect des valeurs limites de rejet des effluents du site. Les 10,096 t d'huiles de coupe sont pompées et éliminées par une société spécialisée.

Le feu serait parti d'une alvéole bâchée (structure métallique couverte d'une bâche) abritant les big-bags de tournures de titane, à la suite d'un impact de foudre. L'intervention des secours a été facilitée par la présence de casiers en blocs de béton, qui ont contribué au confinement de l'incendie par leur effet de murs coupe-feux.

À la suite de cet événement, l'exploitant :

- commande une analyse du risque de foudre ;
- réalise des exercices en intégrant le risque de foudre au panel des scénarii.

N° 60760 - 22/06/2023 - FRANCE - 73 - SAINT-MARCEL

C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Vers 21h45, une fuite de chlore se produit sur une pompe dans une usine de fabrication de produits chimiques. La fuite représente quelques litres et se situe dans un local confiné. Les capteurs ont des seuils de mesure bas en chlore permettant une bonne localisation de l'incident. L'équipe de seconde intervention (ESI) se rend sous appareil respiratoire isolant (ARI) dans la cave où se situe la fuite. Elle constate que les sécurités ont bien fonctionné mais le reliquat de chlore contenu dans la conduite entre les 2 vannes automatiques qui sont fermées se dégage. La tour d'assainissement est à l'arrêt. Les automaticiens sont appelés. Ils réinitialisent le coupleur de communication et parviennent à rétablir la communication du système de l'usine haute et à relancer la tour d'assainissement. L'ESI ouvre la vanne du réseau d'assainissement de l'air de la cave afin de traiter le chlore présent. L'exploitant vérifie les concentrations en chlore gazeux sur les différents capteurs du site. Deux employés riverains du site sentent des odeurs de chlore. Les salles d'électrolyse redémarrent après 2h20 d'arrêt.

Le site a connu une perte électrique à 18h25 suite à un impact de foudre à proximité du site. Cette perturbation aurait entraîné la fermeture des vannes d'isolement de la pompe par manque d'air, impliquant une surpression et une fuite de la pompe. La tour d'assainissement est à l'arrêt à cause de problèmes d'automatisme (défaut de communication entre l'automate de sécurité de l'usine haute et l'automate de la tour à soude).

Le plan d'opération interne (POI) du site n'a pas été déclenché alors que l'incident fait partie des scénarios du POI. L'analyse des courbes de paramètres de suivi de la pompe à chlore ne démontrent pas de dysfonctionnement particulier avant l'accident.

Cet événement s'est produit en parallèle d'une inondation sur une autre unité (ARIA 60796).

A la suite de cet événement, l'exploitant change la pompe à chlore. Il rappelle la consigne de réinitialiser le coupleur de communication en cas de déclenchement.

N° 60840 - 04/06/2023 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-FALLAVIER

C24.45 - Métallurgie des autres métaux non ferreux

Vers 3h20, lors d'une ronde de nuit, la société de gardiennage constate un départ de feu à proximité d'un chapiteau de stockage de piles et d'accumulateurs dans une usine de traitement d'accumulateurs électriques usagés. Les pompiers et la direction sont alertés. Le feu est éteint à l'aide de mousse. L'intervention se termine vers 5h45. Les débris générés par l'incendie sont récupérés dans un rayon de 50 m autour du site et mis en sécurité dans une zone sous détection incendie. Ces derniers sont traités sur

place. Les eaux d'extinction et la mousse utilisées sont confinées dans le bassin de rétention du site puis rejetées après l'analyse de la DBO5.

L'incendie impacte un lot de piles/packs en mélange et un lot de piles alcalines/salines. Ces produits contiennent plusieurs métaux lourds (Cadmium, Nickel, zinc, Cobalt, Lithium, etc.). Les analyses des fumées réalisées par la cellule chimique ne montrent pas d'incidences sur la qualité de l'air. De plus, les préleveurs de qualité d'air extérieur en fonctionnement le jour de l'incident, ne montrent pas d'impact de métaux. Les installations de production ne sont pas impactées. Seuls un coffret de commande des pompes de relevage des eaux pluviales ainsi que le bardage d'un des bâtiments de stockage sont touchés.

Le jour de l'évènement, le site était à l'arrêt. Le départ de feu pourrait être dû :

- aux fortes chaleurs, orages (le télécompteur foudre ne montre pas d'impact de foudre sur l'emprise du site mais de nombreux impacts dans un rayon de 2 km autour du site) et fortes pluies ;

- à la présence de lithium primaire dans le lot ;

- au déplacement du lot, 2 jours plus tôt pour palier à l'affaissement des palettes, qui auraient pu provoquer un court-circuit par la mise en contact de 2 éléments,

- ou à un acte de malveillance, le lieu du sinistre étant à quelques mètres de la limite de propriété.

À la suite de cet évènement, l'exploitant :

- décide de modifier les emballages à réception pour favoriser la réception des produits en emballages incombustibles (tous les déchets touchés étaient dans des emballages plastiques) ;

- met en place la qualification des produits à réception et si besoin reconditionne les déchets à leur arrivée sur site ;

- sensibilise le personnel aux bonnes pratiques de stockage notamment lames d'air, gerbage, triangle du feu/les mécanismes du feu ;

- met en place la surveillance vidéo du site ;

- met en place la protection physique de la station de relevage.

N° 60922 - 12/07/2023 - FRANCE - 55 - CHANTERAIN

D35.11 - Production d'électricité

Vers 9 h, une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès. Le parc est mis à l'arrêt de manière préventive. Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration.

N° 61655 - 16/07/2023 - FRANCE - 48 - CHAUDEYRAC

D35.11 - Production d'électricité

Dans la nuit, lors d'un épisode orageux, la foudre touche la pale d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant balise la zone pour interdire l'accès. L'exploitant et l'équipe de maintenance positionnent l'éolienne vers le bas pour éviter une aggravation de la situation. Un arrêté municipal interdit l'accès au chemin rural à proximité. La pale est endommagée par l'impact. Le rotor de l'éolienne est bloqué en attente du remplacement de la pale.

N° 60937 - 23/07/2023 - FRANCE - 72 - LA FLECHE

C22.29 - Fabrication d'autres articles en matières plastiques

Vers 23 h à la suite d'un orage, un feu se déclare au niveau d'un bâtiment de 1 000 m² contenant des produits chimiques, de la résine et du polyester dans une usine spécialisée dans la conception de produits en polyester. Le propriétaire de la menuiserie voisine se rend sur place après avoir été témoin de l'impact et alerte les pompiers en raison de fumées qui sortent de l'usine plasturgique. Les riverains signalent une forte odeur de plastique brûlé. Une épaisse colonne de fumée se dégage. Les pompiers éteignent l'incendie vers 1 h à l'aide de 3 lances dont une sur échelle. Après reconnaissance à la caméra thermique, aucun point chaud ne subsiste. Une surveillance est mise en place pour le reste de la nuit.

L'incendie détruit 500 m² de bâtiment concernant la zone d'atelier qui contenait notamment 200 kg de peinture et 300 kg de résine ainsi qu'une zone de bureaux. La production est arrêtée entraînant le chômage

technique de 2 employés et du directeur. Les relevés effectués par la cellule risque chimique des pompiers ne montrent pas d'impacts significatifs.

Un impact de foudre serait à l'origine du départ de feu. Toute la zone industrielle a disjoncté en même temps dans la soirée et un gros trou est visible dans le sol dans l'usine. Le lendemain, plusieurs usines de la zone industrielle rencontrent des problèmes électriques.

N° 61242 - 16/08/2023 - FRANCE - 24 - SAINT-PAUL-LA-ROCHE

E38.32 - Récupération de déchets triés

Vers 6h10, dans un centre de tri, transit, regroupement et traitement de déchets non dangereux, un feu se déclare au sommet d'un tas de copeaux de bois de 4 m de haut situé en extérieur.

La télésurveillance détecte des fumées et contacte le personnel d'astreinte qui est déjà sur place pour sa prise de poste. Ce dernier déploie les moyens internes de lutte contre l'incendie. En parallèle, la télésurveillance alerte également les secours. À leur arrivée vers 6h40, l'incendie est éteint. Ils s'assurent, avec le personnel extinction des points chauds. L'activité du site reprend après le départ des secours à 7h30. Les 5 m³ eaux d'extinction sont confinées sur site, une partie ayant été absorbées par les déchets de bois. L'incendie impacte 5 m³ de bois.

Au moment de l'événement, le site se trouvait hors exploitation (ouverture du site à 7 h) mais le départ de feu s'est produit à l'heure d'embauche des chauffeurs qui sont formés à intervenir sur ce type d'événement. Après consultation des caméras de surveillance, la piste d'un impact foudre est privilégiée car un violent orage a débuté une heure plus tôt.

À la suite de cet événement, l'exploitant met à jour l'analyse du risque foudre et l'étude technique associée afin de mettre en place les installations de protection adaptées. Un retour d'expérience est effectué aux salariés.

N° 61247 - 12/09/2023 - FRANCE - 45 - PATAY

D35.11 - Production d'électricité

Un morceau de pale de 2 m de longueur est retrouvé au sol dans un parc éolien. L'exploitant suspecte un impact de foudre d'après les premières constatations et au vu des conditions météorologiques précédant l'événement. Le parc éolien est mis à l'arrêt par mesure de prévention et une inspection complète par drone est prévue.

N° 61773 - 21/10/2023 - FRANCE - 972 - FORT-DE-FRANCE

D35.11 - Production d'électricité

Vers 18h15 un samedi, l'une des deux unités du système de dénitrification des fumées (DENOX) d'une centrale thermique se déclenche à la suite d'une perturbation du réseau d'alimentation (cause externe). L'équipe d'exploitation tente de redémarrer le système sans succès. L'astreinte maintenance est alertée pour dépanner. En raison d'une alerte foudre au soir de l'événement, le cadre d'astreinte planifie l'intervention au lendemain matin pour éviter le risque d'exposition à la foudre, en raison d'une structure en acier à l'extérieur. Le lendemain, l'équipe d'astreinte intervient sur la DENOX et constate un dysfonctionnement d'une vanne régulatrice sur l'admission combustible au niveau de la chambre de décomposition, qui reste bloquée en position ouverte. Les ensembles moteur-vanne sont contrôlés et des tentatives de reprises de réglages des paramètres de régulation sont effectuées. L'astreinte préconise de remplacer la vanne régulatrice ou de démarrer l'installation en mode manuel partiellement. Une seconde équipe de maintenance poursuit les interventions. La vanne est passée en manuel et la séquence de démarrage de la DENOX est lancée. Lors de la distribution d'urée, la vanne régulatrice d'injection combustible se bloque à 8,5 % d'ouverture, ne permettant pas d'obtenir la température suffisante en chambre. Une seconde tentative infructueuse est réalisée le lendemain matin. Il est alors décidé qu'un retour de la DENOX à court terme n'est pas envisageable. L'unité est alors arrêtée à la suite de la sécurisation du réseau de transmission et distribution. Une reprise de l'étalonnage complet de la vanne défaillante ainsi qu'un nettoyage et étalonnage des 2 sondes de pitot et des débitmètres sont réalisés. La DENOX est remise en service le surlendemain vers 20h30.

À la suite de cet événement, l'exploitant :

- Réalise un bilan du stock de pièces de rechange disponibles ;
- Renforce la maintenance préventive sur les équipements souffrant de dégradation accélérée (notamment brûleur et sondes pitot) ;

- Programme la rénovation du système de traitement des 2 DENOX intégrant des modifications sur les brûleurs et sur le système de régulation

N° 61128 - 01/11/2023 - FRANCE - 29 - DIRINON

D35.11 - Production d'électricité

Lors du passage de la tempête CIARAN, une coupure d'électricité se produit dans une centrale de production d'électricité. Des dégâts matériels sur la ligne 225 kV créent une indisponibilité sur celle-ci ainsi que du poste 225 kV qui a un parafoudre hors service. L'alimentation de soutirage et l'évacuation d'énergie sont hors service impliquant l'arrêt des 2 turbines à combustion du site. De plus, l'alimentation 20 kV du gestionnaire est également hors service. Le site est alimenté par un groupe électrogène de secours qui permet de garder l'alimentation électrique le temps de mener les actions nécessaires à la mise en sécurité du site, avec notamment une action d'inertage des alternateurs, avant passage sur batteries à 20 h jusqu'à 1 h le lendemain matin. La détection incendie reste sous tension, alimentée par ses propres batteries (autonomie 24 h). Pour pallier l'indisponibilité de la transmission des alarmes vers le centre de supervision, une présence en continu de personnel est mise en place avec des rondes régulières pour détecter une éventuelle alarme. La protection incendie reste fonctionnelle du fait des pompes incendie diesel installées en secours des pompes électriques incendie. Le surlendemain matin, l'alimentation 20 kV du site est de nouveau opérationnelle, ce qui permet un retour à la normale pour la détection, la protection incendie du site et la transmission des alarmes au centre de supervision. Les mesures compensatoires de présence en continu sur site sont stoppées. Une intervention du gestionnaire de réseau sur la ligne 220 kV (évacuation d'énergie et soutirage) 3 jours après l'événement permet de rétablir cette ligne. Les 2 turbines à combustion sont disponibles 5 jours après l'événement après les vérifications suivantes : remise en service des alternateurs, vérification du lignage des alimentations électriques, bonne retransmission des alarmes et bon fonctionnement contrôle commande, contrôle disponibilité des moyens de protection / détection incendie.

Lors de l'événement le gestionnaire du réseau de transport a été alerté très rapidement mais il était débordé au vu des conséquences de la tempête. Le caractère urgent de la situation a toutefois été pris en compte par ce dernier.

N° 61839 - 28/11/2023 - FRANCE - 16 - NIEUIL

D35.11 - Production d'électricité

Au cours d'une inspection visuelle par drone sur un parc éolien, un impact de foudre est constaté au niveau d'une des pales d'une éolienne. Trois mois plus tard, la pale est réparée au sol par addition d'une plaque de pré-imprégné.

2024

N° 63866 - 08/09/2024 - FRANCE - 02 - PRIEZ

D35.11 - Production d'électricité

Vers 21 h, la pale d'une éolienne rompt. Elle heurte une deuxième pale qui se casse partiellement. Celle-ci heurte le mat de l'éolienne, et un morceau heurte la troisième pale. L'éolienne s'arrête automatiquement. 10 min plus tard, un agriculteur signale l'événement à l'exploitant. Celui-ci demande l'arrêt du parc de 6 éoliennes et informe la gendarmerie. Le lendemain matin, l'équipe de maintenance sécurise le site dans un rayon de 120 m. À partir de 17 h, un gardiennage permanent est mis en place. Les pales sont démontées. Le parc éolien est maintenu à l'arrêt tant qu'un contrôle visuel interne et externe des pales du parc n'est pas réalisé, et que les consignes d'entretien ne sont pas définies. L'exploitant réalise le contrôle demandé. Le parc peut redémarrer 3 mois après l'événement.

Le dernier contrôle de la protection de l'éolienne contre la foudre était conforme. Cinq semaines avant l'événement, de nombreux impacts de foudre ont été relevés à proximité de l'éolienne. Le mainteneur a procédé à une inspection visuelle aux jumelles des pales du parc sans relever d'anomalie. Lors de l'événement, l'éolienne tournait à 80 % de sa vitesse nominale. L'expertise des pales indique que plusieurs impacts de foudre étaient présents à proximité de la zone de rupture de la pale, mais que le contrôle aux jumelles n'avait pas permis de les détecter. Deux ruptures de pales dues à la foudre avaient déjà eu lieu sur ce parc éolien, 7 ans et 3 ans auparavant (ARIA 50148 et 56765). Le nombre de défauts fonctionnels sur les pales était passé de 5 à 18 sur les 18 mois précédant l'événement, avec des certains défauts non corrigés dans les 12 mois, contrairement à ce que prévoyait la procédure de l'exploitant.

À la suite de cet événement, l'exploitant :

- Revoit la procédure d'entretien des éoliennes en réalisant chaque année une inspection interne de la coque structurelle de la pale ;
- Prévoit une inspection par drone en cas d'impact de foudre à proximité d'une éolienne, avec mise à l'arrêt en cas de constat d'impact sur une pale, pour réaliser un contrôle interne.

N° 63162 - 19/09/2024 - FRANCE - 76 - LA HOUSSAYE-BERANGER

D35.11 - Production d'électricité

La pale d'une éolienne subit un impact de foudre. Sept jours plus tard, lors d'une visite d'exploitation courante, l'exploitant découvre des dégâts importants sur la pale. Quatre impacts sont observés dont la pale, dont un susceptible d'être traversant, touchant également la partie structurelle en carbone de la pale. Le câble anti-foudre est endommagé. L'éolienne est mise en sécurité. Après plusieurs inspections, l'exploitant décide de démonter la pale pour la réparer.

L'éolienne reste à l'arrêt en attendant les réparations.

L'éolienne, mise en service 1 an plus tôt, était en fonctionnement avant l'inspection et disposait d'un système d'évacuation du courant généré par la foudre. L'impact de foudre, d'une intensité de 315 kA, a dépassé la limite de 200 kA mentionnée dans la norme IEC 61400-24. L'endommagement de la pale n'a pas généré d'alarme des capteurs de vibration sur l'éolienne.

L'exploitant prévoit d'améliorer le temps de détection des conséquences potentielles de la foudre sur ses parcs éoliens en établissant une convention avec un organisme spécialisé pour identifier les impacts de foudre importants proches des parcs.

D.2 LISTE DES ACCIDENTS A L'ÉTRANGERS

Liste accidents entre 2004 et 2024

N° 29386 - 09/06/2004 - ALLEMAGNE - 00 - TÜTTENDORF

D35.11 - Production d'électricité

Un impact de foudre enflamme une éolienne. L'incendie est rapidement maîtrisé.

ARIA 31285 - 10/11/2004 - PEROU - NC

20.51 - Fabrication de produits explosifs

La foudre provoque une explosion d'un magasin de stockage d'explosifs civils. On dénombre 6 morts et 6 autres blessés.

ARIA 29708 - 14/04/2005 - ESPAGNE - HUESCA

10.61 - Travail des grains

Une explosion suivie d'un incendie se produit vers 18 h dans un silo à grains d'une usine de production de farine. 19 personnes sont blessées dont 7 grièvement ; 11 sont hospitalisées. L'établissement où travaillait une vingtaine d'employés est gravement endommagé. Des vitres sont brisées et des véhicules sont détériorés aux abords de l'usine. La foudre serait à l'origine de l'accident selon des témoins.

N° 35013 - 03/08/2008 - BELGIQUE - 00 - CHATELET

E38.32 - Récupération de déchets triés

Un incendie visible à plusieurs km embrase vers 22h30 une entreprise de recyclage de matières métalliques dont des épaves automobiles, à la suite d'un coup de foudre sur un tas de ferrailles de 150 m de long, 100 m de large et 30 m de haut. Une centaine de pompiers et d'importants moyens matériels dont un hélicoptère bombardier d'eau et 2 lances de 20 m³/min, alimentés à partir de la rivière LA SAMBRE, sont mobilisés pour maîtriser le sinistre ; 350 enfants sont évacués des plaines de jeux du secteur et la phase 1 du plan d'urgence communal est activé. Des restrictions de la circulation routière sont mises en place. En raison de l'important dégagement de fumées, les autorités conseillent aux automobilistes de circuler fenêtres fermées et avec la ventilation des véhicules coupée ; des habitants seront confinés à leur domicile pendant 48 h. Les bâtiments de l'entreprise sont détruits. A titre de précaution et dans l'attente des résultats d'analyses d'eau, la pêche est temporairement interdite dans LA SAMBRE et une partie de LA MEUSE. Selon les pompiers 300 000 m³ d'eau d'extinction auraient été utilisés pour éteindre l'incendie.

N° 35026 - 10/08/2008 - BULGARIE - 00 - SOFIA

C20.51 - Fabrication de produits explosifs

A la suite d'un incendie causé par la foudre, une explosion se produit vers 14h dans un stockage de produits finis situé entre deux ateliers de production d'une usine de fabrication d'armes et de munitions. Aucun des 5 000 ouvriers du site n'est présent sur les lieux au moment du sinistre et aucune victime n'est à déplorer. L'incendie est maîtrisé vers 17h, permettant le rétablissement du trafic sur les axes Buzovgrad-Rozovo et Kazanlak-Buzovgrad.

La moitié du bâtiment est détruite par l'explosion. Les dommages internes sont estimés à 5 000 euros.

N° 40197 - 23/07/2009 - ALLEMAGNE - 00 - IBBENBÜREN

C20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

La foudre provoque une baisse de tension sur l'alimentation d'une usine de chlore-alcali utilisant le procédé au mercure. L'alimentation électrique de secours prend le relais, mais le rétablissement de la tension d'alimentation externe en moins de 200 ms rend l'ensemble du dispositif incohérent ; des unités fonctionnent correctement, mais toutes celles connectées au système de secours, dont la pompe à mercure, restent inactives. Un mélange explosif de 500 kg de chlore (Cl₂) et d'une quantité inconnue d'hydrogène (H₂) s'accumule dans le circuit de traitement du chlore à basse pression, puis explose ; 2 blessés sont à déplorer et le circuit est détruit. Les dommages sont évalués à 237 000 euros.

Cet accident démontre qu'il est nécessaire de dépasser la simple approche binaire sous tension / hors tension, pour intégrer aux études de dangers les brèves chutes de tension ou perturbations électriques. L'alimentation de secours d'une installation doit être conçue en intégrant un niveau d'intégrité de sécurité SIL 2 (normes IEC 61508

/ 61511). L'exploitant renforce la formation de son personnel aux détails du fonctionnement de l'installation pour parer à des défaillances non-identifiées.

N° 36947 - 22/08/2009 - RUSSIE - 00 - NC

G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

Un incendie, probablement causé par la foudre, se déclare à 13h05 GMT sur un réservoir de pétrole brut de 20 000 m³ du dépôt d'une station de pompage relais disposant de 8 bacs de même capacité dont 2 sont vides. Le bac en feu explose touchant les secours et propageant l'incendie aux 5 autres réservoirs contenant du pétrole brut. Au plus fort de l'incendie, 3000 m² sont en flammes. Les secours circonscrivent l'incendie le 24/08 vers 8 h GMT. 88 pompiers et 20 véhicules ont été mobilisés. Quatre pompiers sont tués et 4 autres sont grièvement brûlés. La station de pompage est détruite et sa réparation complète coûterait 33 M.euros. Le préjudice total est estimé à 3,2 M.euros dont 2,9 Meuros pour les 19 000 t de pétrole qui ont brûlé. L'incendie n'a pas d'impact sur la population car la station de pompage est située en zone inhabitée.

L'exploitant indique que le sinistre ne perturbera pas la livraison de pétrole aux clients. Selon la presse, une enquête est ouverte pour "violation des règles de sécurité sur un site où sont stockés des produits explosifs".

N° 40033 - 25/09/2009 - TRINITE-ET-TOBAGO - 00 - NC

H52.10 - Entreposage et stockage

La foudre provoque l'explosion d'un bac de brut sur un site de stockage pétrolier lors d'un orage sur le sud de l'île de la Trinité (île principale du pays). Les riverains évacuent et alertent les secours. L'incendie qui suit est éteint par les équipes d'intervention du site et les pompiers publics. Il n'y a pas de blessé. 3 ans auparavant, une installation voisine ainsi qu'une zone de stockage de la raffinerie de Pointe-à-Pierre avaient déjà été endommagées par la foudre.

L'accident s'est produit 1 heure après la diffusion d'un message d'alerte aux vents et orages violents par le Bureau de préparation et de gestion des catastrophes (Office of Disaster Preparedness and Management).

N° 43142 - 20/06/2010 - GRECE - 00 - DRAMA

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

Un violent incendie se déclare sur un stockage en plein air de pneus en attente de recyclage dans une usine proche ayant débuté son activité 2 mois plus tôt. Le feu s'étend rapidement à l'ensemble du tas : 15 000 t de pneus sont en flammes sur 40.000 m². L'incendie produit un important panache de fumée noire (contenant probablement dioxines, HAP, métaux lourds ...) et provoque l'inquiétude des voisins, dont les autorités bulgares. Les vents poussent les fumées hors de la ville, mais les habitants des villages dans un rayon de 3 km se plaignent de gêne respiratoire.

Le brasier est recouvert de terre en 3 jours avec l'aide de l'armée, limitant ainsi les émissions de fumée. La pyrolyse du caoutchouc dure cependant encore pendant plusieurs jours au sein de la pile. Au début de la lutte contre l'incendie et en raison de la chaleur intense qui empêchait l'approche des bulldozers, du béton a été projeté sur le feu à distance. Cette pratique "douteuse" a coûté 400 000 €.

Par précaution, le lait et les produits laitiers des fermes avoisinantes ont été saisis et une interdiction temporaire de pâturage a été mise en place. Des réunions d'information ont été tenues. Un programme de surveillance a été mis en place comprenant des mesures dans l'air, le sol, l'eau, ainsi que sur les produits animaux et végétaux. Seuls des sols à proximité ont été retrouvés pollués aux métaux lourds.

L'origine de l'incendie est attribuée à un coup de foudre. Il aurait frappé directement la pile de pneus à 2h10 lors d'une tempête sèche (vents violents, sans précipitations). L'enquête montre que le site ne disposait pas de toutes les autorisations nécessaires à son activité et qu'il stockait près de 4 fois la quantité de pneus autorisée (15 000 t pour 4 000 t autorisées). De plus, les pneus étaient stockés en une seule gigantesque pile alors que les bonnes pratiques imposent un stockage en tas fractionnés sur des zones équipées de murs coupe-feu.

N° 43088 - 28/11/2012 - ITALIE - 00 - TARENTE (TARANTO)

C24.10 - Sidérurgie

A la suite d'une tornade, un grutier d'une usine sidérurgique est tué après la chute de la cabine de sa grue dans la mer et 22 autres employés du site sont légèrement blessés. Un impact de foudre atteint une cheminée et des débris tombent sur une ligne électrique haute tension. L'activité d'une des 2 aciéries et d'un haut-fourneau

endommagés par la tornade est interrompue ; 1 038 salariés sont en chômage technique durant 6 jours. Selon la presse, des explosions auraient été entendues à l'intérieur de l'établissement après la perturbation atmosphérique. Cette usine sidérurgique, qui est la plus grande d'Europe, était également au centre d'une crise sociale en raison d'une enquête judiciaire sur d'éventuels délits financiers et environnementaux.

N° 43143 - 19/09/2012 - VENEZUELA - 00 - PUERTO CABELLO

C19.20 - Raffinage du pétrole

La foudre s'abat vers 19h30 sur 2 bacs de naphta dans une raffinerie et provoque un incendie. Une importante fumée est émise, l'autoroute voisine est fermée à la circulation. Les pompiers de la raffinerie éteignent l'incendie du 1er réservoir le jour même puis le second le lendemain. Les unités de production du site n'ont pas été endommagées.

N° 59419 - 16/06/2016 - ROYAUME-UNI - 00 - BENSON

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

Vers 17h20, un impact de foudre enflamme du méthane stocké dans un digesteur dans une installation de méthanisation de déchets alimentaires, générant une énorme boule de feu dans le ciel. Un feu se déclare et détruit le toit. Les pompiers sont appelés. Le personnel s'assure que les moteurs de l'usine continuent de tourner pour consommer le gaz pendant l'incendie et vérifie également que les systèmes de sécurité automatiques fonctionnent. Les secours, sous ARI, maîtrisent l'incendie en 20 min.

N° 50412 - 27/08/2017 - ETATS-UNIS - 00 - FREEPORT

C20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Un impact de foudre a lieu dans une usine chimique, provoquant l'arrêt de l'approvisionnement en vapeur du site. Ceci conduit à l'arrêt des installations. Des rejets à l'atmosphère de polluants toxiques tels que benzène, toluène et hexane ont lieu. Ces rejets dépassent les quantités que l'exploitant est autorisé à rejeter. Cet accident se produit lors du passage d'un ouragan sur la région (ARIA 50399).

N° 53952 - 03/07/2019 - ETATS-UNIS - 00 - NC

C11.01 - Production de boissons alcooliques distillées

Un feu se déclare vers 23h30 dans un entrepôt de bouteilles de bourbon. Le feu détruit 45 000 tonneaux, soit 9 millions de litres. Les autorités laissent brûler l'alcool plutôt que d'éteindre le feu.

Un rejet d'alcool atteint l'OHIO, affectant considérablement le niveau d'oxygène de l'eau, des milliers de poissons sont retrouvés morts. La pollution du cours d'eau s'étend par ailleurs sur 23 km. Le montant des dégâts causés par l'incendie est évalué, selon les premières estimations, à 45 millions d'euros. La foudre serait en cause.

N° 59453 - 05/08/2022 - CUBA - 00 - MATANZAS

C19.20 - Raffinage du pétrole

Un soir, un feu se déclare sur l'un des huit bacs de stockage d'hydrocarbures du plus grand centre de stockage de pétrole brut de Cuba, stratégique pour alimenter les centrales électriques du pays. Le lendemain matin, l'incendie se propage à un deuxième bac. Plusieurs explosions se produisent et des bacs s'éventrent. D'importantes fumées noires se dégagent. Le surlendemain, un 3e puis un 4e bac sont atteints par les flammes. Les secours évacuent 1 900 personnes dans le voisinage. Les autorités recommandent le port du masque à la population. Deux pompiers décèdent et 14 autres sont retrouvés morts à la fin du sinistre. 132 personnes sont blessées. Le réservoir d'où est parti l'incendie contenait 26 000 m³ de pétrole brut (50 % de sa capacité). Les 3 autres bacs touchés étaient à leur pleine contenance (52 000 m³ chacun). Les pompiers, aidés par des renforts mexicains et vénézuéliens (acheminement d'avions et de mousse spécifique pour les feux d'hydrocarbures), viennent à bout de l'incendie au bout de 5 jours. Ils refroidissent également 4 autres bacs situés à 150 m du brasier.

Une défaillance du dispositif paratonnerre du premier bac, n'ayant pas permis de résister à la puissance de la décharge électrique de la foudre, serait à l'origine de l'incendie sur le bac d'hydrocarbures.

ANNEXE E

Liste des sociétés assurant la dépose de paratonnerres radioactifs

La liste à jour est téléchargeable avec le lien ci-dessous :

<https://www.andra.fr/espace-producteurs/prise-en-charge-des-paratonnerres-et-des-detecteurs-de-fumee>

ANNEXE F

Exemple de modèle de carnet de bord



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'Etablissement.

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

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

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) :

.....

N° de classification INSEE :

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

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
Du {
Travail {

Commission {
De {
Sécurité {

DREAL {
{
{

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

1. Les indications à donner ont pour but de déterminer, au regard des textes officiels, quelles sont les règles applicables, par exemple : ICPE, INB, ERP...
 2. Pour les établissements recevant du public (théâtres, cinéma, magasins, hôpitaux...).
- Pour les Installations Classées (déclaration, autorisation, AS...)

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I.DÉFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (Analyse du Risque foudre ARF)

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR et N° QUALIFOUDRE
	Rapport ARF n°xxxx		

II.ÉTUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS Foudre ET NOTICE DE VÉRIFICATION ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR et N° QUALIFOUDRE
	Rapport Etude technique ET n°xxxx		
	Notice de vérification et de maintenance NVM n°xxx		

Les installations de protection sont décrites dans le rapport d'étude technique foudre initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports d'études techniques foudre mis à jour.

La notice de vérification et de maintenance NVM est un document rédigé par un bureau d'études certifiés Qualifoudre ou F2C.

La notice NVM est un document différent indépendant du rapport d'études techniques foudre.

La notice NVM doit être mise à jour par un bureau d'études certifié après l'installation.

III.INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR et N° QUALIFOUDRE
	Dossier d'installation foudre DOE n°xxxx		

IV.VERIFICATIONS PERIODIQUES

DATE	NATURE DE LA VERIFICATION -vérification initiale -vérification visuelle -vérification complète	RESULTATS DE LA VERIFICATION Références des rapports	NOM ET QUALITE de la personne qui a effectué la vérification et N° QUALIFOUDRE
	Rapport de vérification initiale n°xxxx		
	Rapport de vérification visuelle n°xxxx		
	Rapport de vérification complète n°xxxx		
	Rapport de vérification visuelle après impact n°xxxx		

