



Demande d'autorisation  
environnementale

**PJ N°49**

**ETUDE DE DANGERS**



## SPV du Menez

Commune de Plougastel-  
Daoulas - 29

Unité de production d'énergie au  
CSR



Rapport n°R22102 - PJ49a  
Version du 20 décembre 2024

## Fiche signalétique

### Client

Raison sociale :	SPV du Menez
Adresse du siège social :	160, route de Ti ar Menez - 29470 Plougastel-Daoulas
Représentant :	Fabrice GOUENNOU   Président

### Site

Raison sociale :	SPV du Menez
Adresse du site :	160, route de Ti ar Menez - 29470 Plougastel-Daoulas
Téléphone :	06 11 73 22 80
Activité projetée :	Unité de production d'énergie au CSR
Interlocuteur en charge du suivi du dossier :	Fabrice GOUENNOU   Président 06 11 73 22 80   fabrice.gouennou@maitrea.fr

### Document

Référence :	R22102 - PJ49
Titre du rapport	Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale Fascicule C – Étude de Dangers P.J. n°49. - Étude de dangers mentionnée à l'article L. 181-25 et définie au III. de l'article D. 181-15-2 [10° du I. de l'article D. 181-15-2 du code de l'environnement]

Numéro de version	Date	Nature des modifications
a	20/12/2024	Version initiale

### Bureau d'Etudes Conseil

Rédacteur(s)	Caroline BERNARD	Chargée d'études NEODYME Breizh
Approbateur	Baudouin MAERTENS	Chef de projets NEODYME Breizh

© NEODYME Breizh

Seules sont autorisées les copies intégrales du présent rapport pour des fins prévues à la commande de l'étude. Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite et constitue une contrefaçon.

## Glossaire particulier de l'Étude de Dangers

Pour la compréhension de l'Étude de Dangers, les principaux termes génériques suivants sont définis ci-dessous :

**ADR** : Analyse Détaillée des Risques.

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques.

**ARF** : Analyse du Risque Foudre.

**CIS** : Centre d'Intervention et de Secours (rattaché au SDIS).

**CLP** : Règlement (CE) n°1272/2008, dit, relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage de substances et de mélanges dangereux.

**EDD** : Etude de Dangers.

**PPRT** : Plan de Prévention des Risques Technologiques.

**SDIS** : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

**SEI** : Seuil des Effets Irréversibles.

**SEL** : Seuil des Effets Létaux.

**SELS** : Seuil des premiers Effets Létaux Significatifs.

Par ailleurs, la circulaire du 10 mai 2010 (récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003) propose des définitions des principaux termes en lien avec l'Étude de Dangers. Une synthèse de ces définitions est proposée ci-dessous.

**Danger** : Propriété intrinsèque à un substance, un système technique, une disposition, un organisme, d'entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (inflammabilité, explosivité, toxicité, caractère infectieux. ! Le Dangers et différent du Risque !

**Potentiel de danger** (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » (un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu).

**Aléa** : Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets.

**Risque**. « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51). 1. Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. 2. Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier.

**Risque toléré** : La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients liés à une situation.

**Acceptation du risque ou « Décision d'accepter un risque »** : L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision en fonction du « ressenti » et du « jugement ».

**Réduction du risque** : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, l'intensité et/ou la vulnérabilité d'un risque (réduction de la probabilité par amélioration de la prévention, réduction de l'intensité, réduction de la vulnérabilité par éloignement ou protection des éléments vulnérables).

**Sécurité-sûreté** : Sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires.

**Événement redouté central** : Événement au centre de l'enchaînement accidentel (perte de confinement pour les fluides, perte d'intégrité physique pour les solides). Les événements situés en amont sont appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

**Événement initiateur** : Événement situé en amont de l'événement redouté central et qui constitue une cause directe ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

**Phénomène dangereux** (ou phénomène redouté) : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (par exemple, un incendie d'un réservoir de fioul provoque une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> à 70 mètres pendant 2 heures). En d'autres termes, un phénomène dangereux produit des effets tandis qu'un accident entraîne des conséquences/dommages.

**Accident** : Événement non désiré (émission de substance toxique, incendie, explosion) résultant de développements incontrôlés et qui entraîne des conséquences/dommages. Réalisation d'un phénomène dangereux combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène. ! Un accident entraîne des conséquences (ou dommages) alors qu'un phénomène dangereux produit des effets.

**Scénario d'accident** (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque.

**Effets domino** : Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations y déclenchant un autre phénomène et conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène (explosion d'une bouteille de gaz suite à un incendie d'entrepôt de papier).

**Cinétique** : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle.

**Effets d'un phénomène dangereux** : Caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques, etc., associés à un phénomène dangereux (flux thermique, concentration toxique, surpression, etc.).

**Intensité des effets d'un phénomène dangereux** : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens sur des types d'éléments vulnérables tels que « homme » ou les « structures ».

**Gravité** : Combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées (trois morts et seize blessés grièvement brûlés par le flux thermique).

**Éléments vulnérables** (ou enjeux) : Éléments tels que les personnes, les biens susceptibles de subir des dommages.

**Vulnérabilité** :

« **Vulnérabilité d'une cible à un effet x** » : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.

« **Vulnérabilité d'une zone** » : appréciation de la présence ou non de cibles, vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.

**Probabilité d'occurrence** : Fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée.

**Prévention** : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

**Protection** : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

**Fonction de sécurité** : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système (empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter).

**Mesure de maîtrise des risques** (ou barrière de sécurité). Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

- les mesures (ou barrières) de prévention visent à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ;
- les mesures (ou barrières) de limitation visent à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- les mesures (ou barrières) de protection visent à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

**Efficacité** : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui est confiée à une mesure pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.

**Temps de réponse** : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité.

**Niveau de confiance** : Niveau de confiance et classe de probabilité pour qu'une mesure de maîtrise des risques assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie.

**Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques** : Faculté d'une mesure (conception, exploitation et environnement) à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments.

**Redondance** : Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.

## Sommaire de la Pièce Jointe n°49 - Étude de Dangers

1.	Méthodologie générale de l'Étude de Dangers .....	11
1.1.	L'Étude de Dangers au sein de l'Autorisation Environnementale .....	11
1.1.1.	Contenu de l'Étude de Dangers précisé dans le Code de l'Environnement .....	11
1.1.2.	Classement du site d'étude au titre des ICPE .....	12
1.2.	Références réglementaires et techniques de l'Étude de Dangers .....	13
1.2.1.	Origine réglementaire des Etudes de Dangers .....	13
1.2.2.	Document de référence : l'Ω-9 de l'INERIS.....	13
1.2.3.	Principaux textes réglementaires visant les Etudes de Dangers .....	14
1.3.	Objectifs, proportionnalité et mise à jour de l'Étude de Dangers.....	16
1.3.1.	Objectifs de l'Étude de Dangers .....	16
1.3.2.	Principe de proportionnalité de l'Étude de Dangers .....	17
1.3.3.	Périodicité de mise à jour de l'Étude de Dangers.....	17
1.4.	Présentation des rédacteurs du dossier .....	18
1.5.	Étapes de réalisation de l'Étude de Dangers .....	19
1.6.	Contexte et périmètre de l'Étude de Dangers.....	21
2.	Description du projet et de son environnement.....	22
2.1.	Liminaire .....	22
2.2.	Présentation des caractéristiques physiques et opérationnelles du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas .....	22
2.2.1.	Caractéristiques physiques du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas .....	22
2.2.2.	Caractéristiques opérationnelles du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas .....	23
2.3.	Rappel des composantes de l'environnement physique et humain .....	24
2.3.1.	Principales composantes du territoire .....	24
2.3.2.	Principales occupations implantées aux abords.....	25
2.3.3.	Voies de communication .....	28
3.	Identification et caractérisation des potentiels de dangers.....	31
3.1.	Potentiels de dangers externes liés aux phénomènes naturels .....	31
3.1.1.	Risque sismique .....	32
3.1.2.	Risque lié à la foudre .....	32
3.1.3.	Risque inondation.....	34
3.1.4.	Risque lié aux aléas météorologiques .....	36
3.1.5.	Risque mouvements de terrains.....	36
3.1.6.	Risque de feu de forêt .....	39
3.1.7.	Risque radon.....	40
3.1.8.	Synthèse des potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels .....	40
3.2.	Potentiels de dangers externes liés aux activités humaines.....	41
3.2.1.	Risque industriel et technologique : ICPE et SEVESO .....	41
3.2.2.	Risques liés aux infrastructures de transports .....	43
3.2.3.	Risques liés à des actes de malveillance extérieurs au site .....	45
3.2.4.	Synthèse des potentiels de dangers externes liés aux activités humaines .....	46
3.3.	Potentiels de dangers internes liés à l'exploitation du site .....	46
3.3.1.	Généralités communes aux potentiels de dangers .....	47

3.3.2.	Potentiels de dangers liés aux déchets susceptibles d'être présents sur site .....	49
3.3.3.	Potentiels de dangers des mélanges / substances utilisés pour les procédés .....	49
3.3.4.	Potentiels de dangers des utilités.....	50
3.3.5.	Potentiels de dangers des produits d'entretien et de maintenance .....	51
3.3.6.	Dangers liés aux procédés et aux installations associées .....	51
3.3.7.	Dangers liés aux interventions des personnels .....	54
3.3.8.	Dangers liés à la formation d'atmosphère explosive .....	56
3.3.9.	Dangers liés à la perte des utilités .....	57
3.4.	Synthèse de l'identification/caractérisation des potentiels de dangers .....	57
3.5.	Démarche de réduction des potentiels de dangers « à la source » .....	60
<b>4.</b>	<b>Accidentologie sectorielle et particulière .....</b>	<b>62</b>
4.1.	Présentation de la démarche .....	62
4.2.	Accidentologie générale et sectorielle.....	62
4.2.1.	Synthèse de l'inventaire des incidents et accidents technologiques survenus en 2022 : BARPI .....	62
4.2.1.	Accidentologie sectorielle : installation de valorisation énergétique des déchets .....	68
4.2.2.	Analyse du travail d'accidentologie particulière autour du CSR .....	70
<b>5.</b>	<b>Analyse Préliminaire des Risques .....</b>	<b>76</b>
5.1.	Liminaire et présentation de la méthode .....	76
5.1.1.	Cotation du niveau de probabilité.....	77
5.1.2.	Cotation du niveau de gravité .....	77
5.1.3.	Cotation du niveau de maîtrise .....	78
5.1.4.	Considération de la cinétique de développement de la séquence accidentelle .....	78
5.1.5.	Niveau de criticité résiduelle et prise en compte du scénario dans la suite de l'étude .....	79
5.2.	Synthèse des scénarii d'accident retenus pour la suite de l'étude .....	79
5.2.1.	Positionnement des scénarios d'accident selon les catégories de niveau de risque résiduel .....	79
5.2.2.	Scénarii retenus.....	80
5.2.3.	Cas particulier des scénarios extrêmement peu probables .....	80
<b>6.</b>	<b>Quantification des scénarios retenus en APR .....</b>	<b>81</b>
6.1.	Présentation des seuils réglementaires des effets.....	81
6.2.	Méthode d'évaluation des conséquences de la libération des potentiels de dangers .....	83
6.3.	Présentation des résultats d'évaluation des phénomènes dangereux .....	83
6.3.1.	Cartographie des distances d'effet aux seuils réglementaires pour chaque scénario retenu .....	83
6.3.2.	Tableau de synthèse des scénarios d'accident dont l'intensité a été quantifiée .....	85
6.3.3.	Conclusion sur la quantification en intensité des scénarios retenus en APR .....	85
<b>7.</b>	<b>Analyse détaillée des risques .....</b>	<b>86</b>
7.1.	Liminaire et présentation de la méthode .....	86
7.2.	Détermination de la gravité, de la probabilité d'occurrence, et de la cinétique des phénomènes de dangers.....	86
7.3.	Présentation des effets dominos (internes et externes) .....	86
7.3.1.	Liminaire .....	86
7.3.2.	Détermination des effets domino internes à l'établissement.....	87
7.3.3.	Détermination des effets domino des installations de l'établissement vers les établissements voisins.....	87
7.3.4.	Détermination des effets domino des établissements voisins vers les installations de l'établissement SPV du Menez.....	87
7.4.	Présentation des accidents majeurs et acceptabilité des risques.....	87
7.4.1.	Liminaire .....	87

7.4.2.	Méthodologie : Appréciation de la démarche de maitrise des risques .....	87
7.4.3.	Détermination de l'acceptabilité des accidents majeurs .....	89
7.5.	Synthèse de l'Analyse Détaillée des Risques .....	90
8.	Mesures de prévention et d'intervention .....	91
8.1.	Moyens de prévention des risques et de protection contre les effets .....	91
8.1.1.	Engagement de la direction en faveur de la réduction des risques .....	91
8.1.2.	Dispositions constructives en matière de réduction des risques et des effets .....	91
8.1.3.	Dispositions organisationnelles de réduction des risques et des effets .....	93
8.1.4.	Maintenance des installations et des équipements .....	94
8.1.5.	Formation/information/sensibilisation des personnels .....	95
8.1.6.	Gestion des entreprises extérieures .....	95
8.2.	Moyens d'intervention internes et externes .....	95
8.2.1.	Moyens d'intervention internes .....	95
8.2.2.	Moyens d'intervention extérieurs .....	100
9.	Conclusion .....	103

## Liste des annexes

Annexe 1 : Analyse du risque foudre et Etude technique – RG Consultant.....	33
Annexe 2 : Analyse Préliminaire des Risques .....	79
Annexe 3 : Caractérisation en intensité des phénomènes dangereux .....	83
Annexe 4 : Note de calcul D9 : dimensionnement des besoins en eau pour l'extinction d'un incendie .....	97
Annexe 5 : Note de calcul D9A : Dimensionnement du volume de rétention des eaux d'extinction.....	99

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement.....	11
Tableau 2 : Classement du site en référence à la nomenclature des ICPE .....	12
Tableau 3 : Principales références réglementaires et normatives de l'EDD.....	14
Tableau 4 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants à l'Etude de Dangers .....	18
Tableau 5 : Horaires d'ouverture de l'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas.....	23
Tableau 6 : Détail de l'emprise cadastrale du site d'étude.....	24
Tableau 7 : Principales données démographiques et économiques des communes dans le rayon d'affichage (Source : INSEE).....	25
Tableau 8 : Localisation des habitations les plus proches du site.....	26
Tableau 9 : Évolution du trafic routier sur la RD 29 à Dirinon (département du Finistère).....	28
Tableau 10 : Évolution du trafic routier sur la RN165 à Plougastel-Daoulas (département du Finistère).....	29
Tableau 11 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels .....	40
Tableau 12 : Inventaire des sites ICPE à proximité du site (rayon de 1 km) .....	42
Tableau 13 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux activités humaines et technologiques .....	46
Tableau 14 : Pictogrammes de dangers présentés par les produits issu du règlement CLP .....	48
Tableau 15 : Synthèse des potentiels de danger des CSR sur le site .....	49
Tableau 16 : Synthèse des principaux potentiels de dangers de l'urée 40%.....	49
Tableau 17 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du SORBACAL® SP-AC .....	49
Tableau 18 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du Charbon Actif.....	50
Tableau 19 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du gazole non routier et du fioul .....	51
Tableau 20 : Résultats des essais de granulométrie de deux échantillons de CSR (origine différente) .....	53
Tableau 21 : Synthèse des potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'unité de valorisation du CSR .....	54
Tableau 22 : Pré-zonage ATEX de principe du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas .....	56
Tableau 23 : Principes fondamentaux de réduction des potentiels de dangers à la source .....	60
Tableau 24 : Démarches menées dans le cadre du projet en matière de réduction des potentiels de dangers à la source .....	60
Tableau 25 : Causes et mesures correctives de l'accidentologie liée à la fabrication du CSR (phase amont).....	70
Tableau 26 : Répartition selon leur nature des accidents s'étant produit en unité d'incinération de DMA selon une synthèse du BARPI de 2005 (échantillon de 135 événements) .....	73
Tableau 27 : Répartition selon leur cause des accidents s'étant produit en unité d'incinération de DMA selon une synthèse du BARPI de 2005 (échantillon de 135 événements) .....	74
Tableau 28 : Synthèse de deux événements accidentels dans des installations de combustion de CSR .....	75
Tableau 29 : Critères pour la cotation de la probabilité .....	77
Tableau 30 : Critères pour la cotation de la gravité.....	77
Tableau 31 : Niveaux de maîtrise des risques.....	78
Tableau 32 : Définition du critère de cinétique d'apparition.....	78
Tableau 33 : Définition du critère de cinétique d'atteinte .....	78
Tableau 34 : Niveaux de risque résiduel par classe .....	79

Tableau 35 : Positionnement des scénarii d'accident par niveau de risque .....	79
Tableau 36 : Scenarii de dangers retenus au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.....	80
Tableau 37 : Seuils des effets sur l'homme .....	81
Tableau 38 : Valeurs seuils de référence des effets thermiques (Annexe 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005) .....	82
Tableau 39 : Valeurs seuils de référence des effets de surpression (Annexe 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005).....	82
Tableau 40 : Synthèse de la quantification de l'intensité des scénarios retenus en APR.....	85
Tableau 41 : Grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des accidents majeurs (couple Gravité/Probabilité) .....	88
Tableau 42 : Positionnement des accidents majeurs du site d'étude sur la grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des accidents majeurs (couple Gravité/Probabilité) .....	89

## Liste des figures

Figure 1 : Logigramme du processus de réalisation d'une Etude de Dangers .....	20
Figure 2 : Extrait du plan d'implantation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas.....	23
Figure 3 : Synoptique simplifié du fonctionnement de la chaufferie CSR .....	23
Figure 4 : Implantation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sur une vue aérienne .....	25
Figure 5 : Illustrations des principales occupations sur le secteur d'étude : abords du projet .....	27
Figure 6 : Axes de desserte routière .....	28
Figure 7 : Réseau ferré sur le secteur d'étude .....	30
Figure 8 : Carte de l'aléa sismique de la région Bretagne.....	32
Figure 9 : Densité moyenne annuelle d'impacts de foudre au sol (en centième d'impact par km <sup>2</sup> ). 1997 – 2014.....	33
Figure 10 : Extrait de l'atlas des zones inondables sur le secteur d'étude .....	34
Figure 11 : Localisation des risques d'inondation par remontée de nappe.....	35
Figure 12 : Cartographie de l'aléa naturel de mouvements différentiels des argiles .....	37
Figure 13 : Inventaire cartographique des cavités souterraines .....	38
Figure 14 : Localisation des mouvements de terrain inventoriés les plus proches .....	39
Figure 15 : Localisations des ICPE sur un secteur proche .....	42
Figure 16 : Cartographie des canalisations de transport de matières dangereuses.....	44
Figure 17 : Matrice d'incompatibilité .....	48
Figure 18 : Fiche "Combustible de substitution" issue de la base de données GESTIS-CARATEX.....	53
Figure 19 : Plan de localisation des potentiels de dangers internes.....	59
Figure 20 : Répartition des incidents / accidents technologiques en France en 2023 par domaines d'activités (synthèse du BARPI) .....	63
Figure 21 : Evolutions de l'accidentologie des établissements SEVESO et des ICPE – non SEVESO (synthèse du BARPI) .....	64
Figure 29 : Répartition des accidents par secteur d'activités en 2023 (synthèse du BARPI) .....	65
Figure 23 : Evolution des accidents entre 2019 et 2023 pour les principaux secteurs d'activités (synthèse du BARPI) ..	65
Figure 24 : Répartition des phénomènes dangereux en cause dans l'accidentologie par secteurs d'activités (synthèse du BARPI) .....	66
Figure 25 : Ratio des conséquences par rapport au nombre d'accidents (humains, économiques, sociales, environnementales) en 2023 (synthèse du BARPI) .....	66
Figure 26 : Evolution du taux de connaissance des perturbations avérées dans les accidents en ICPE (en %) (synthèse du BARPI) .....	67
Figure 27 : Répartition des causes profondes connues dans les accidents de 2022 (synthèse du BARPI) .....	67
Figure 28 : Répartition des phénomènes observés suite aux événements accidentels dans le secteur des déchets .....	68
Figure 29 : Cartographie des distances d'effet déterminées par la caractérisation en intensité des scénarios retenus ..	84
Figure 30 : Choix de l'agent extincteur en fonction du type de feu .....	96
Figure 31 : Découpage territorial des compagnies du SDIS 29 .....	101

# 1. METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS

## 1.1. L'Etude de Dangers au sein de l'Autorisation Environnementale

### 1.1.1. Contenu de l'Etude de Dangers précisé dans le Code de l'Environnement

Pour les projets devant faire l'objet d'une demande d'autorisation environnementale, les dossiers de demande doivent intégrer le contenu précisé par les dispositions communes codifiées aux articles R. 181-1 à R. 181-56 du Code de l'Environnement et complétées par les dispositions spécifiques pour les ICPE codifiées à l'article D. 181-15 (D. 181-15-1 à D. 181-15-10) de ce même code.

Notamment, en vertu du point 10. du tiret I. de l'article D. 181-15-2 : « Lorsque l'autorisation environnementale concerne un projet relevant du 2° de l'article L. 181-1 », à savoir un projet relevant du régime de l'Autorisation au titre des ICPE (Ndr), « le dossier de demande est complété » notamment par (Ndr) « L'Etude de Dangers mentionnée à l'article L. 181-25 et définie au III du présent article ».

Ainsi, pour les projets relevant du régime de l'Autorisation au titre des ICPE (et contrairement à l'Etude d'Impact), une Etude de Dangers doit systématiquement venir compléter le contenu commun du dossier de demande d'autorisation environnementale.

Au terme de la réforme de l'autorisation environnementale, l'Etude de Dangers est mentionnée et son contenu précisé aux articles du Code de l'Environnement suivants.

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement

Article D. 181-15-2	<p>III. – L'Etude de Dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.</p> <p>Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.</p> <p>L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.</p> <p>Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'Etude de Dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.</p> <p>Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'Etude de Dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.</p>
---------------------	---

Article L. 181-25

Le demandeur fournit une Etude de Dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.

En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

Ainsi la réforme de l'autorisation environnement n'a pas eu d'impact notable sur les Etudes de Dangers tant sur leur contenu que sur les conditions de leur réalisation/instruction (a contrario des Etudes d'Impact sur l'environnement qui ne sont désormais plus systématiquement à réaliser).

A la lecture de ces références réglementaires, il est possible de constater que la réforme de l'Autorisation Environnementale n'a pas eu de conséquences sur le contenu attendu des Etudes de Dangers des ICPE (cette réforme visant principalement l'évaluation environnementale et donc le contenu des Etudes d'Impact).

### 1.1.2. Classement du site d'étude au titre des ICPE

Au regard des activités et des installations qui seront exploitées sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, telles que décrites dans la Pièce Jointe n°46 de la demande d'autorisation environnementale, celui-ci relèvera du régime de l'Autorisation au titre de la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Le classement proposé du site, suite à la mise en service de l'Unité de production d'énergie au CSR, en référence à la nomenclature mentionnée à l'article R. 511-9 du Code de l'Environnement est le suivant.

(Ndr : le détail des installations et activités classées au titre des ICPE est proposé dans sa version intégrale dans la Pièce Jointe n°46 de la demande d'autorisation environnementale auquel le lecteur devra se reporter).

Tableau 2 : Classement du site en référence à la nomenclature des ICPE

N° Rubrique*	Désignation de la rubrique*	Nature de l'installation / activité et volumes	Régime
3520	<b>Élimination ou valorisation de déchets</b> dans des installations d'incinération des déchets ou <b>des installations de coïncinération des déchets</b> : a) Pour les déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure	Chaufferie CSR	Autorisation
2971	<b>Installation de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux</b> préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible 1. Installations intégrées dans un procédé industriel de fabrication.	Chaufferie CSR Puissance : 19,9 MW PCI - 17 MW thermique Volume d'activité : 40 000 tonnes/an	Autorisation
4510-2	<b>Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.</b> 2. Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t	La quantité stockée sera inférieur à 20 tonnes	Non Classé

<sup>(1)</sup> La désignation des activités et les caractéristiques des installations appartiennent de manière simplifiée

<sup>(2)</sup> A : Autorisation / E : Enregistrement / DC : Déclaration avec Contrôle périodique / D : Déclaration

L'Unité de production d'énergie au CSR de SPV du Menez de Plougastel-Daoulas relèvera du régime de l'Autorisation au titre des ICPE.

Aussi, en vertu du point 10. du tiret I. de l'article D. 181-15-2, la demande d'autorisation environnementale doit être complétée par une Etude de Dangers.

La présente Étude de Dangers constitue la Pièce Jointe n°49 du CERFA n°15964 relatif à la « demande d'autorisation environnementale en vertu des articles R.181-13 et suivants du code de l'environnement ».

## 1.2. Références réglementaires et techniques de l'Etude de Dangers

### 1.2.1. *Origine réglementaire des Etudes de Dangers*

La présente Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Depuis la réforme de l'autorisation environnementale, comme cela vient d'être vu, les principales références réglementaires visent les articles D. 181-15-2 et L. 181-25 du Code de l'Environnement.

En réalité ces articles reprennent, pour la majorité de leur contenu, les dispositions des articles du Code de l'Environnement qui précisaient avant cette réforme l'objectif et le contenu de l'Etude de Dangers « ICPE » à savoir respectivement les articles R. 512-9 et L. 512-1.

Au-delà de ces articles de Code, qui n'apportent pas de précision quant au contenu attendu de l'Etude de Dangers, deux textes sources viennent détailler ce contenu :

- L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation.
- La circulaire ministérielle du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT), va encore plus loin en indiquant la majorité des éléments nécessaires à la réalisation des Etudes de Dangers.

Cette circulaire est venue harmoniser les pratiques méthodologiques pour ce type d'étude.

### 1.2.2. *Document de référence : l'Ω-9 de l'INERIS*

Le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A du 1<sup>er</sup> juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) – Etude de Dangers d'une installation classée – Ω-9 », fournit une méthodologie et un cadre commun pour la réalisation des Etudes de Dangers des ICPE.

Ce document servira de trame pour la réalisation de la présente étude.

En effet le rapport d'étude Ω-9 formalise l'expertise et consolide le savoir-faire de la Direction des Risques Accidentels de l'INERIS dans le domaine de l'Etude de Dangers d'une installation classée.

Ce document vise toutes les installations à vocation industrielle pour lesquelles la réalisation d'une Etude de Dangers est requise. En effet, qu'il s'agisse d'ICPE à Autorisation et/ou relevant de la Directive SEVESO, les principes et objectifs restent les mêmes (hors cadre réglementaire) issus notamment de l'application du principe de proportionnalité au risque.

Le régime de classement d'une installation classée détermine toutefois les attentes réglementaires minimales relatives à la délivrance d'une autorisation d'exploiter, notamment pour ce qui concerne le contenu de l'Etude de Dangers.

### 1.2.3. Principaux textes réglementaires visant les Etudes de Dangers

Les principales autres références réglementaires et/ou normatives susceptibles d'être citées et/ou d'avoir été utilisées pour la réalisation de la présente Etude de Dangers sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Principales références réglementaires et normatives de l'EDD

Nature de la réglementation	Références réglementaires
Règlements Européens	CLP : Règlement (CE) No. 1272/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les Directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) No. 1907/2006
	REACH : Règlement n° 987/2008 du 08/10/08 modifiant les annexes IV et V du règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances
Directives Européennes	SEVESO III : Directive Européenne 2012/18/UE du parlement européen et du conseil du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la Directive Européenne 96/82/CE du Conseil
Codes	Code de l'Environnement (parties législative et réglementaire) – Livre V « Prévention des pollutions, des risques et des nuisances » - Titre I « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement »
Arrêtés Ministériels	Arrêté Ministériel du 26/05/14 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre 1er du livre V du Code de l'Environnement
	Arrêté Ministériel du 04/10/2010, modifié, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation
	Arrêté Ministériel du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation
Circulaire Ministérielle	Circulaire Ministérielle du 10/05/2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la Loi du 30 juillet 2003
	Circulaire Ministérielle DPPR/SEI2/FA-07-0066 du 04/05/2007 relatif au porter à la connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées

Nature de la réglementation	Références réglementaires
Guide professionnel	Néant (pour le secteur de la gestion des déchets)
Références INERIS Série Référentiels OMEGA	<p>Ω-2. Modélisations de feux industriels</p> <p>Ω-3. Le risque foudre et Installations Classées pour la Protection de l'Environnement</p> <p>Ω-4. Modélisation d'un incendie affectant un stockage de générateurs d'aérosols</p> <p>Ω-5. Le BLEVE : Phénoménologie et modélisation des effets thermiques</p> <p>Ω-7. Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle</p> <p>Ω-8. Feu torche</p> <p>Ω-9. Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs – Etude de Dangers d'une installation classée</p> <p>Ω-10. Evaluation des barrières techniques de sécurité</p> <p>Ω-11. Connaissance des phénomènes d'auto-échauffement des solides combustibles</p> <p>Ω-12. Dispersion atmosphérique, mécanismes et outils de calcul</p> <p>Ω-13. Boil-over classique et boil-over en couche mince</p> <p>Ω-14. Sécurité des procédés mettant en œuvre des pulvérulents combustibles</p> <p>Ω-15. Les éclatements de réservoirs : Phénoménologie et modélisation des effets</p> <p>Ω-16. Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : phénoménologie et modélisation des effets</p> <p>Ω-17. La sécurité des procédés chimiques</p> <p>Ω-19. Terme source : Détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaire à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels</p> <p>Ω-20. Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité</p> <p>Ω-21. Explosions de poussières : Phénoménologie et modélisation des effets</p> <p>Ω-30. Guide de l'ingénierie des facteurs organisationnels et humains (FOH)</p>
Rapports d'étude INERIS	<p>« Méthode d'estimation de la gravité des conséquences environnementales d'un accident industriel » (DRA-14-141532-12925A)</p> <p>Rapport INERIS – « Référentiel méthodologique concernant la maîtrise du risque inondation dans les installations classées » (DRA-14-141515-03596A)</p>

Nature de la réglementation	Références réglementaires
	Rapport INERIS – « Guide de mise en œuvre du principe ALARP sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) » (DRA-14-141532-06175A)
	Rapport INERIS – « Guide pratique pour la validation des probabilités des phénomènes dangereux des dépôts de gaz de pétrole liquéfié (GPL) » (DRA-13-133211-08941B)
	« Guide technique pour l'Application de la classification des substances et mélanges dangereux à la nomenclature des installations classées ; version intégrant les dispositions du règlement CLP et la transposition de la Directive Européenne SEVESO III (06/2014) » (DRA-13-133307-11335A)
	Rapport INERIS – « Synthèse des exclusions des accidents majeurs, phénomènes dangereux et de leurs causes, des Plans Particuliers d'Intervention, de la démarche de Mesure de Maîtrise des Risques et des Plans de Prévention des Risques Technologiques » (DRA-09-103142-12236A)
	Rapport INERIS – « Guide pour l'intégration de la probabilité dans les Etudes de Dangers – Version 1 » (DRA-08-95321-0493B)
	Rapport INERIS – « Guide pratique de choix des valeurs seuils de toxicité aiguës en cas d'absence de valeurs françaises » (DRC-08-94398-02798B)
	Rapport INERIS – « Méthodologie de détermination des seuils de toxicité aiguë françaises en cas d'émission accidentelle de substances chimiques dans l'atmosphère » (DRC-07-82347-07520A)
	Rapport INERIS – « Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse de risques – Partie 1 : Principes et Pratiques » (INERIS-DRA-EVAL-2006-46036-Op j-Probabilité)
	Rapport INERIS – « Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse de risques – Partie 2 : Données Quantifiées » (INERIS-DRA-PREV-2005-46036-Op j-partie 2 : Données quantifiées)
	Rapport INERIS – « Synthèse sur les risques dus aux séismes, inondations, mouvements de terrain et tempêtes – accidentologie » (INERIS-DRA-Nay-2001-28654/01)
	Rapport INERIS – « Guide pour la prise en compte des chaudières industrielles dans la rédaction d'une étude de dangers » (INERIS – DRA – 14-141532-12702A)
	Rapport INERIS – « Guide méthodologique d'évaluation des dangers liés à la mise en œuvre de réactions chimiques » (INERIS – DRA – 005/25423)

### 1.3. Objectifs, proportionnalité et mise à jour de l'Etude de Dangers

#### 1.3.1. Objectifs de l'Etude de Dangers

La réglementation précise, pour rappel, que l'Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un

niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Pour l'exploitant du site d'étude, SPV du Menez, cette Etude de Dangers a pour objectif de :

- Permettre l'autorisation et la réglementation des installations après examen, par les services instructeurs, du caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques.
- Permettre aux services concernés d'établir un Arrêté Préfectoral d'Autorisation Environnementale pour l'établissement et servir de support aux inspections menées par les Services Administratifs (et notamment par le service des installations classées de la DREAL).

Cette demande d'autorisation, et donc le champ de la présente Etude de Dangers, portent tous deux sur l'ensemble des installations et équipements qui composeront le site. Notons à cet égard qu'aucune installation n'existe en état actuel sur la parcelle du projet.

### 1.3.2. *Principe de proportionnalité de l'Etude de Dangers*

L'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement (rappelant en cela l'article R. 512-9 précédemment visé) précise que « *le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3* ».

Ce principe ne doit toutefois pas conduire à une simplification trop importante de l'Etude de Dangers qui pourrait conduire à sous-estimer le risque mais se doit de reposer sur l'acceptabilité des risques.

En l'absence de guides sectoriels, qui apporteront des éléments concrets permettant d'écartier certains phénomènes dangereux, la proportionnalité telle que déclinée dans la présente Etude de Dangers consiste à :

- Retenir des scénarios représentatifs et réalistes sur la base de l'expérience acquise par l'exploitant et par le bureau d'études choisi pour l'accompagner.
- Utiliser des tableaux d'étude détaillée des risques et des nœuds papillons, lorsqu'ils seront nécessaires, génériques.
- Exploiter des classes de probabilité communément retenues selon le type d'événements redoutés.
- Utiliser des barrières conformes à l'état de l'art et présentant des probabilités de défaillances et des niveaux de confiance couramment admis.
- Forfaitiser les distances d'effets.
- Retenir des produits faisant l'objet d'une littérature fiable pour la réalisation des modélisations.

Les procédés et les installations à mettre en exploitation dans le cadre du projet d'Unité de production d'énergie au CSR seront étudiés du point de vue de leurs potentiels de dangers lesquels font l'objet d'une littérature importante au regard du nombre d'installations similaires / équivalentes en activité en France.

### 1.3.3. *Périodicité de mise à jour de l'Etude de Dangers*

La présente Etude de Dangers est réalisée et déposée dans le cadre du dossier de demande d'autorisation environnementale lié au projet d'Unité de production d'énergie au CSR de SPV du Menez à Plougastel-Daoulas.

Cette étude constitue, en vertu des dispositions du point 10. du tiret I. de l'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement, la Pièce Jointe n°49 de la demande d'autorisation environnementale (en référence au CERFA n°15964).

Cette étude n'a pas vocation à être périodiquement mise à jour comme cela est prévu pour les établissements relevant du seuil haut en vertu de la Directive SEVESO III (le site ne relèvera pas des dispositions de cette Directive).

Cette étude pourra être revue, mise à jour et/ou complétée dans le cadre d'une modification des conditions d'exploitation jugée « substantielle » au regard des critères précisés par les articles R. 181-46 et R. 512-46-23 du Code de l'environnement.

Cette étude pourra également être révisée (en tout ou partie), à la demande spécifique de l'administration notamment en raison d'une évolution de l'état de l'art et des connaissances, ou lors d'une demande non substantielle ayant toutefois pour conséquence d'augmenter le risque, ou encore à la suite d'un accident au sein de l'établissement.

## 1.4. Présentation des rédacteurs du dossier

La présente Etude de Dangers (dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE)), a été réalisée sous la responsabilité du demandeur qui sera également l'exploitant du site à savoir la société SPV du Menez spécifiquement pour son projet d'Unité de production d'énergie au CSR à Plougastel-Daoulas (29470).

Cette demande a été réalisée avec l'appui du Bureau d'Etudes spécialisé NEODYME Breizh, sous la supervision de M. Baudouin MAERTENS, par une responsable de projets dédiée Mme Caroline BERNARD.

Tableau 4 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants à l'Etude de Dangers

Rédacteurs	Niveaux d'intervention
<b>Caroline BERNARD</b> Chargée d'études environnement Bureau d'Etudes NEODYME Breizh	Rédaction de la demande d'autorisation environnementale
<b>Baudouin MAERTENS</b> Ingénieur Génie industriel de l'environnement Responsable de projets Bureau d'Etudes NEODYME Breizh	Supervision de la demande d'autorisation environnementale Relecture
<b>Maxime AUBINE</b> Maitréa	Coordination de la demande d'autorisation environnementale Fourniture des éléments internes Validation des livrables
<b>Fabrice GOUENNOU</b> SPV du Menez	Coordination de la demande d'autorisation environnementale Fourniture des éléments internes Validation des livrables

Certaines parties sont issues d'un groupe de travail et notamment l'Analyse Préliminaire des Risques qui a été animée par le Bureau d'Études prestataire en charge de la réalisation du dossier, chacun étant sollicité individuellement ou collectivement pour apporter son expertise et sa vision.

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée au cours de la réalisation de cette analyse des risques et plus globalement de l'étude de dangers.

Plusieurs facteurs peuvent être avancés pour l'en expliquer :

- Le Bureau d'Études prestataire, NEODYME Breizh, dispose d'une forte expérience dans la conduite de ce type d'études notamment dans le secteur de la valorisation des déchets, notamment d'unité de production d'énergie à partir de déchets, avec plusieurs dossiers cumulés par les intervenants.
- Ce type d'installation (valorisation thermique de déchets / combustibles) bénéficie d'un important retour d'expérience, notamment en termes d'accidentologie, en raison du nombre d'installations similaires / équivalentes de ce type, exploitées en France.
- Les potentiels de dangers des produits / déchets mis en œuvre sont connus et approuvés, et aucun mélange ni aucune substance aux propriétés de dangers incertaines ne seront utilisés.
- Le projet a fait l'objet d'échanges réguliers avec les différents partenaires institutionnels et notamment avec les services de la préfecture et de la DREAL, et avec les élus locaux et leurs services, et avec d'autres partenaires institutionnels.

Des sollicitations entre parties prenantes de l'étude ont permis d'obtenir en amont les données d'exploitation nécessaires et de valider au fil de l'eau les résultats obtenus à chaque étape de la démarche, et notamment en vue d'enclencher l'étape suivante.

Notons que pour faciliter la compréhension de la présente étude de dangers, un glossaire est reporté en tête.

## 1.5. Étapes de réalisation de l'Étude de Dangers

La présente Etude de Dangers a été réalisée selon la méthodologie proposée dans le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A du 1er juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) - Etude de Dangers d'une installation classée - Ω-9 ».

Aussi, cette étude se compose des principales parties illustrées sur le logigramme suivant.

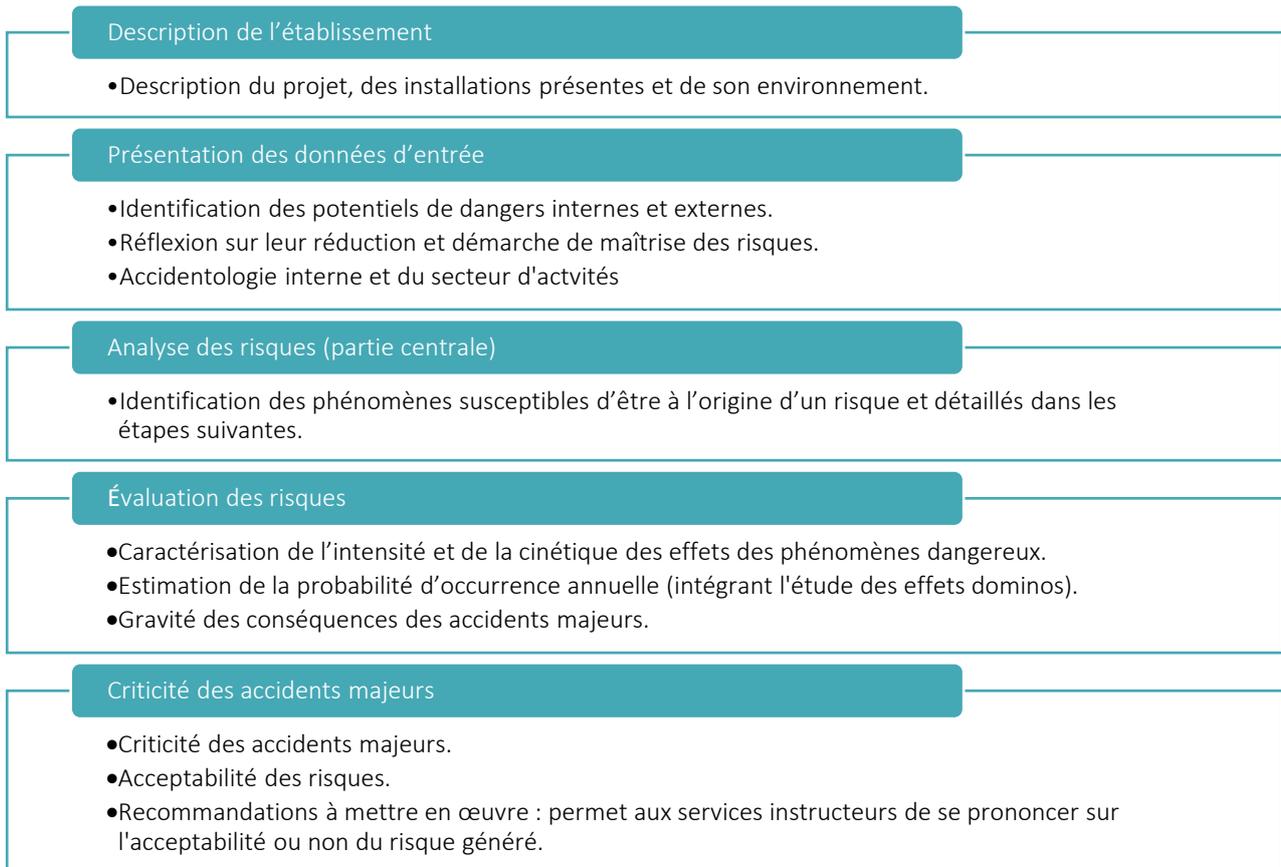


Figure 1 : Logigramme du processus de réalisation d'une Etude de Dangers

Ces différents éléments sont synthétisés dans un Résumé Non Technique (RNT) adapté sur la forme et sur le fond pour sa compréhension par le plus grand nombre de personnes.

Ce résumé non technique constitue un complément de la Pièce jointe n°49 « Etude de Dangers » en référence aux attendus du formulaire CERFA n°15964 relatif à la demande d'autorisation environnementale en vertu des articles R. 181-13 et suivants du Code de l'Environnement.

L'étude détaillée des risques, qui est généralement la plus attendue et la plus examinée, intégrera les dispositions de l'arrêté du 29 septembre 2005 et consistera ainsi (comme le nom de l'arrêté l'indique) à évaluer les événements redoutés selon les quatre critères suivants :

- Intensité des effets du phénomène.
- Gravité des conséquences potentielles des effets du phénomène dangereux sur les enjeux.
- Probabilité d'occurrence du phénomène dangereux.
- Cinétique des effets du phénomène.

Cette étude devant conduire à justifier la maîtrise par l'exploitant de ces différentes composantes pour l'ensemble des accidents majeurs ainsi qualifiés à un niveau de criticité aussi faible que possible au regard des exigences réglementaires.

## 1.6. Contexte et périmètre de l'Étude de Dangers

La présente Étude de Dangers est réalisée spécifiquement dans le cadre du projet d'Unité de production d'énergie au CSR de la SPV du Menez sur la commune de Plougastel-Daoulas.

Le périmètre de cette étude concerne l'ensemble des installations et des activités qui sera mise en œuvre dans le cadre de ce projet, telles que sollicitées au travers de la demande d'autorisation environnementale (et détaillées dans la Pièce Jointe n°46), sur la base des données disponibles lors de sa réalisation.

Cette étude est réalisée en vertu des articles L. 181-1 et suivants du Code de l'Environnement dans le cadre du dépôt d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) en constituant la Pièce Jointe n°49 mentionnée au CERFA n°15964.

Aucune limite ou contrainte particulière n'a été rencontrée au cours de la réalisation de cette étude.

## 2. DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

### 2.1. Liminaire

La présente Etude de Dangers débutera par une présentation des principales caractéristiques physiques et opérationnelles du projet d'Unité de production d'énergie de SPV du Menez à Plougastel-Daoulas, objet de l'étude, et de son environnement humain et physique.

Ces informations sont fournies, à titre de rappel des éléments fournis dans la Pièce Jointe n°46 du CERFA n°15964 répondants au contenu mentionné à l'article R. 181-13 du Code de l'Environnement, qui propose notamment la présentation du demandeur, la description et la nature des activités et des procédés à mettre en œuvre, le classement du site en référence à la nomenclature des ICPE, complétés par les éléments visés à l'article D. 181-15-2 de ce même code.

Concernant la présentation des composantes de l'environnement physique et humain, ces éléments proviennent majoritairement de la Pièce Jointe n°4 de la demande, à savoir l'Etude d'Impact, et notamment de sa partie « état initial de l'environnement ».

Seules les principales informations contenues dans ces Pièces jointes n°46 et 4 sont proposées dans la présente étude de dangers dans le seul but de la contextualiser. Le lecteur devra se reporter à ces pièces jointes pour obtenir l'intégralité des informations.

Ce premier chapitre permet de contextualiser les conditions d'exploitation sollicitées par SPV du Menez à Plougastel-Daoulas en vue notamment de déterminer les sources de dangers et de rappeler l'environnement humain et physique du site dans sa configuration pour déterminer les cibles potentielles des phénomènes dangereux.

### 2.2. Présentation des caractéristiques physiques et opérationnelles du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas

#### 2.2.1. *Caractéristiques physiques du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas*

L'objet de la présente demande d'autorisation environnementale, concernera principalement un bâtiment accueillant une fosse de réception du CSR et la chaufferie.

Ces installations et activités seront complétées notamment par :

- Une réserve d'eau incendie.
- Un bassin de gestion des eaux pluviales et de rétention des eaux/écoulements produits en cas d'incendie.
- Un pont bascule.
- Des aires de stationnement.

Conformément à l'article D. 181-15-2 (alinéa 9°) du Code de l'Environnement, les dispositions projetées de l'installation sont l'objet d'un plan d'ensemble reporté en annexe (référéncée dans la Pièce Jointe n°46 de la demande) dont un extrait est proposé ci-dessous.



Figure 2 : Extrait du plan d'implantation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas

### 2.2.2. Caractéristiques opérationnelles du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas

Les activités mises en œuvre au niveau du site pour la chaufferie CSR suivront le déroulé suivant.

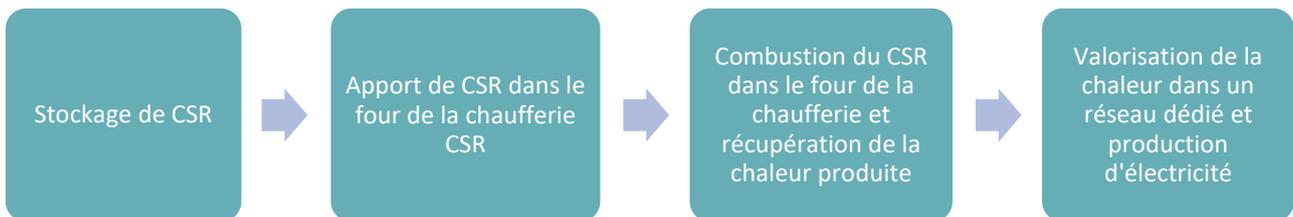


Figure 3 : Synoptique simplifié du fonctionnement de la chaufferie CSR

L'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sera exploité de la façon suivante.

Tableau 5 : Horaires d'ouverture de l'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas

	Du lundi au samedi
Horaires d'ouverture du site	7 h à 18 h

La chaufferie au CSR fonctionnera en continu, de jour et de nuit, et tous les jours de l'année en dehors des périodes de maintenance.

Notons que les horaires d'accès au site pour les poids lourds s'étaleront également entre 7 h et 18 h.

Le site fera l'objet d'une télésurveillance par caméras avec report des images et des alarmes d'intrusion sur des téléphones portables de personnes en astreinte. Un gardiennage (1 personne) sera également mis en place hors jour ouvré en permanence.

Concernant les moyens humains, l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas se traduira par l'embauche de 8 personnes (8 équivalents temps plein) qualifiées et formées.

Ce personnel disposera d'une formation notamment sur la nature et les caractéristiques de déchets susceptibles d'être admis sur le site, et sera informé des consignes d'exploitation et d'urgence applicable sur le site et formé à leur mise en œuvre.

Ce personnel disposera des formations spécifiques aux tâches qui leurs seront confiées notamment à la conduite des engins de manutention, à l'exploitation des équipements, à la manipulation des moyens de défense et de protection, etc.

## 2.3. Rappel des composantes de l'environnement physique et humain

### 2.3.1. Principales composantes du territoire

L'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas occupera tout ou partie de quatre parcelles cadastrales de la commune de Plougastel-Daoulas identifiées de la façon suivante.

Tableau 6 : Détail de l'emprise cadastrale du site d'étude

Commune	Section	N° de Parcelle	Surface de la parcelle (m <sup>2</sup> )	Surface de la parcelle concernée par le projet (m <sup>2</sup> )
Plougastel-Daoulas	CR	13	8 732	8 732 m <sup>2</sup>
		245	2 852	380* m <sup>2</sup>
		329	4 061	817* m <sup>2</sup>
		345	1 135	103* m <sup>2</sup>
Surface totale du site				10 032 m <sup>2</sup>

\*surface mesurée sur SIG

La localisation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est illustrée sur la figure suivante.

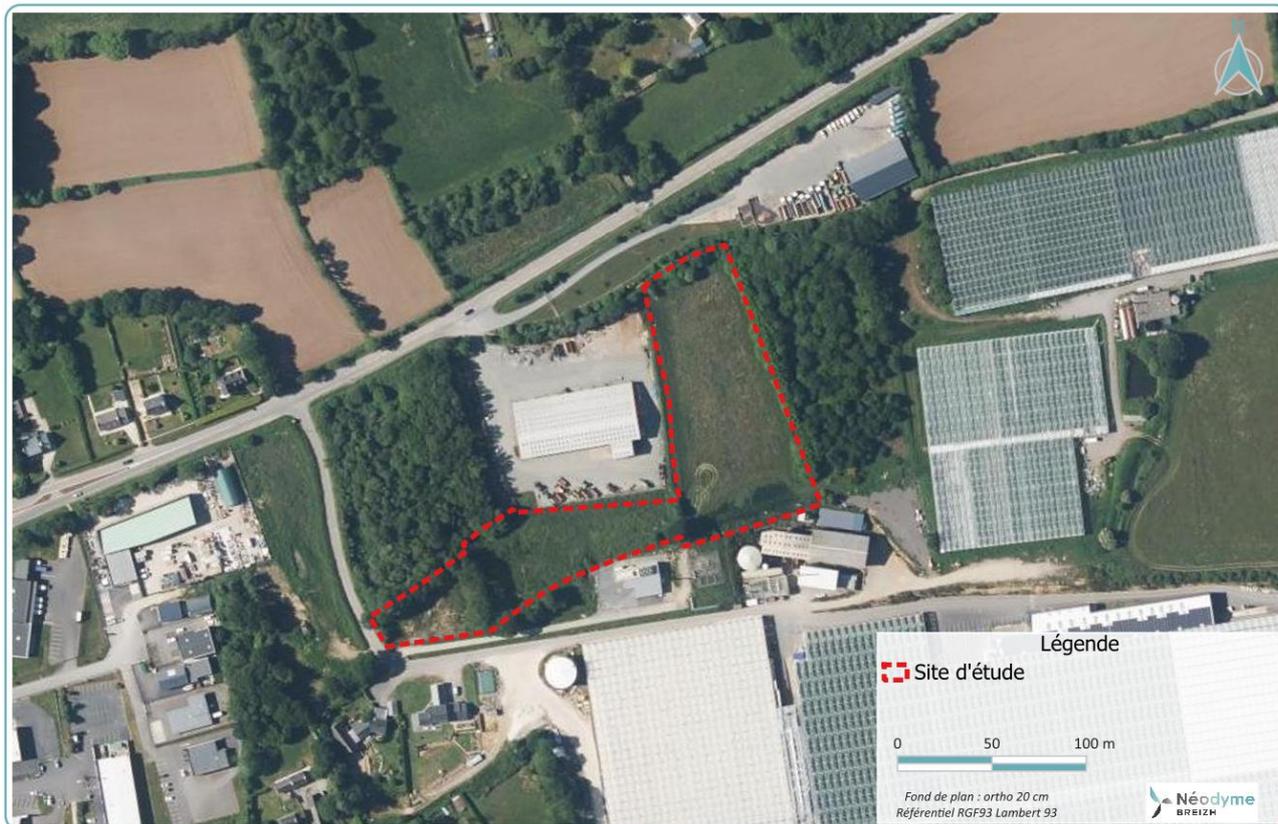


Figure 4 : Implantation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sur une vue aérienne

Les principales données démographiques de la commune de Plougastel-Daoulas et de celles situées dans le rayon d'affichage de l'enquête publique sont proposées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Principales données démographiques et économiques des communes dans le rayon d'affichage (Source : INSEE)

Données	Plougastel-Daoulas	Loperhet	Guipavas	Le Relecq-Kerhuon
Population en 2020	12 277	3 931	15 196	11 710
Densité de la population (nbre hab. au km <sup>2</sup> ) en 2020	262	193	344	1 821
Superficie (en km <sup>2</sup> )	46,83	20,31	44,13	6,43
Variation de la population : taux annuel moyen entre 2014 et 2020, en %	0	+ 1,6	+ 1,2	+ 0,6
Nombre de ménages en 2020	5 814	1 499	6 463	5 416

## 2.3.2. Principales occupations implantées aux abords

### 2.3.2.1. Principales occupations et occupations à vocation d'habitats

Le site SPV du Menez s'intégrera au sein d'un ensemble serres agricoles (production d'aliments, fruits et légumes).

Les occupations du sol aux abords sont ainsi tournées vers les activités agricoles.

Le voisinage du site est ainsi constitué des principales occupations suivantes (les distances sont celles prises à partir de la limite d'exploitation) :

- Au Nord, par la route départementale 29 puis par des terres agricoles et par un groupe de bâtiments agricoles associés à une habitation au lieu-dit « Kervenn » à environ 115 m.
- A l'Ouest, par Jézéquel SARL, une société de travaux publics, puis par un espace boisé puis par la route de Ti Ar Menez puis au-delà par des terres agricoles, un espace boisé de nouveau avant de se trouver sur la zone commerciale à environ 220 m.
- Au Sud, par la chaufferie actuellement en fonctionnement pour les serres, puis par les serres elles-mêmes.
- A l'Est par des boisements ainsi que les serres de la société Gouennou Frères, puis par des terres agricoles.

Les coordonnées de l'habitation la plus proche (point le plus proche de la limite cadastrale) autour du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sont les suivantes.

Tableau 8 : Localisation des habitations les plus proches du site

Lieu-dit / adresse	Coordonnées Lambert II étendu			Distance et localisation par rapport à la limite d'exploitation
	X en m	Y en m	Z en m NGF	
Lieu-dit « Kervenn »	105 668	2 397 849	+ 118	115 m au Nord

Ces principales occupations sont illustrées sur la figure suivante.

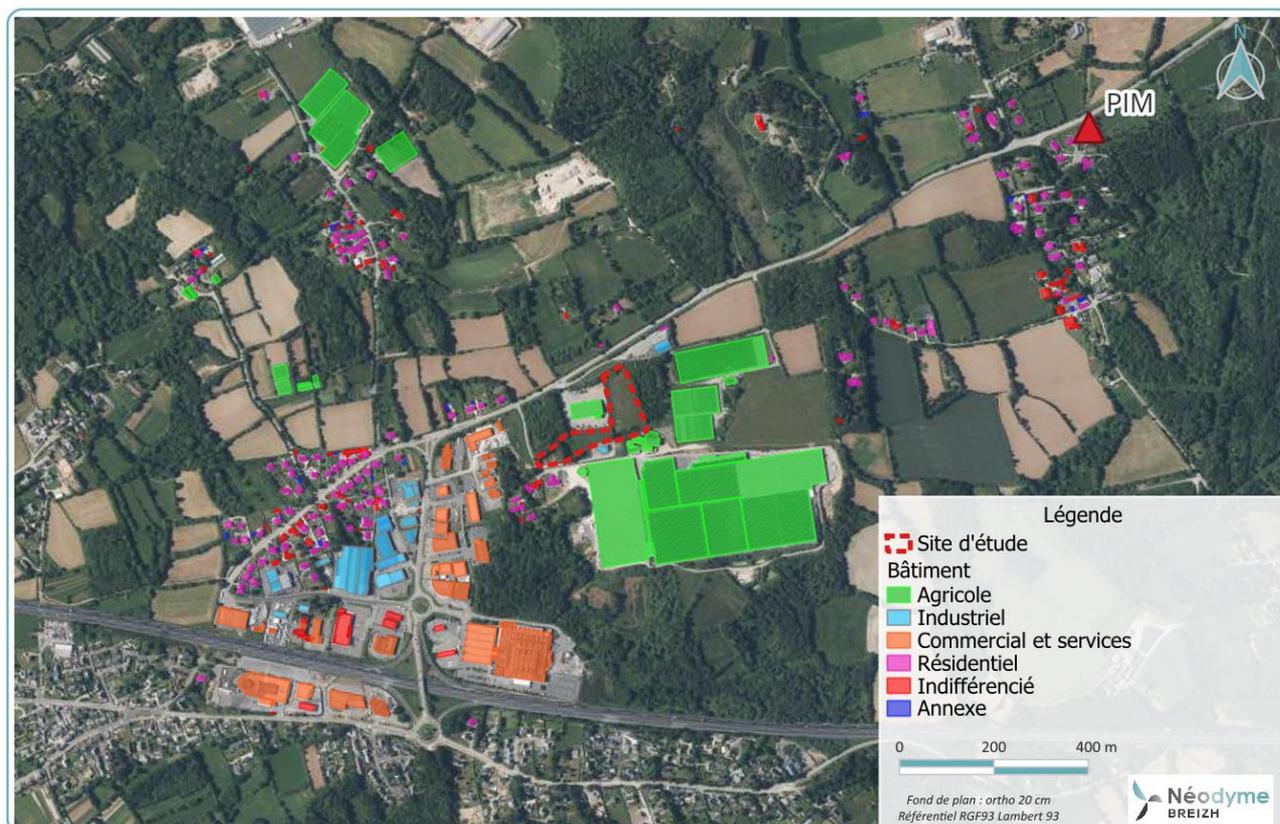


Figure 5 : Illustrations des principales occupations sur le secteur d'étude : abords du projet

### 2.3.2.2. Occupations à vocations économiques

Au regard de sa situation en campagne, les activités économiques exercées sur le secteur sont majoritairement tournées vers l'agriculture pour la culture végétale.

Ainsi, plusieurs exploitations agricoles sont implantées sur le secteur d'étude, associées à un habitat dispersé regroupé ou non en hameaux (tel que décrit dans le titre précédent pour les plus proches). Une partie de ces exploitations relèvent des dispositions de la législation sur les ICPE comme cela sera décrit par la suite.

### 2.3.2.3. Établissement recevant du public (ERP)

#### Écoles et établissements de formation

Résultat de la vocation agricole, et au-delà industrielle et commerciale, du secteur d'étude, aucune école ou établissement scolaire n'est implanté.

Cependant, une école de musique est localisée à environ 400 m du site.

Les écoles recevant des enfants sont implantées dans le bourg de Plougastel-Daoulas et notamment :

- l'école de Goarem Goz, 46 rue Goarem Goz ;
- l'école Saint Pierre Plougastel, 44 rue Jean Corre ;
- l'école primaire de Ker Avel, 9 rue Jules Ferry ;
- l'école maternelle privée Saint Jean, 45 rue Amiral Salaün ;
- l'école Diwan Plougastell, route de Saint Adrien.

Ces établissements accueillant un public sensible sont très éloignés du site d'étude.

#### Crèches et haltes garderies

Pour les mêmes raisons, aucune crèche ou halte-garderie n'est implantée dans la zone du site. La plus proche est la crèche La Bambinerie située à plus de 1 km au Sud-Ouest du site.

#### Etablissements sanitaires

Aucun établissement sanitaire n'est inventorié à proximité du site d'étude. Les plus proches sont implantés en centre-ville de Plougastel-Daoulas à plus de 1 km. Il s'agit de la Résidence de Plougastel – Hospitalité Saint Thomas de Villeneuve située 40 rue François Guivarch.

#### Equipements de sports et de loisirs

Une salle de sport se trouve dans un rayon de 700 m autour du site.

#### Magasins de vente

Le site d'étude se trouvant près d'une zone commerciale, quelques magasins de vente sont localisés à proximité comme les commerces : Leclerc, Lidl, Noz, Norauto et un magasin de matériel de plongée dans un rayon de 600 m. Les magasins Bricopro Floricane, et Au fil des Lots sont localisés de l'autre côté de la RN165.

### 2.3.3. Voies de communication

#### 2.3.3.1. Voies de desserte routière

Le terrain du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est implanté à proximité immédiate de la route départementale D29 qui en assure sa desserte. La RD29 présente, dans ce secteur, une grande largeur et permet donc une très bonne visibilité.

Depuis cet axe routier, le site est desservi directement par une voirie dédiée à ce seul usage.

La route départementale 29 est raccordée à la route nationale N165, axe reliant Quimper à Brest, au niveau d'un embranchement situé à environ 600 m (à vol d'oiseau et à environ 1 km par la route).

La desserte du site d'étude est parfaitement assurée par les axes routiers comme illustre la double figure suivante.

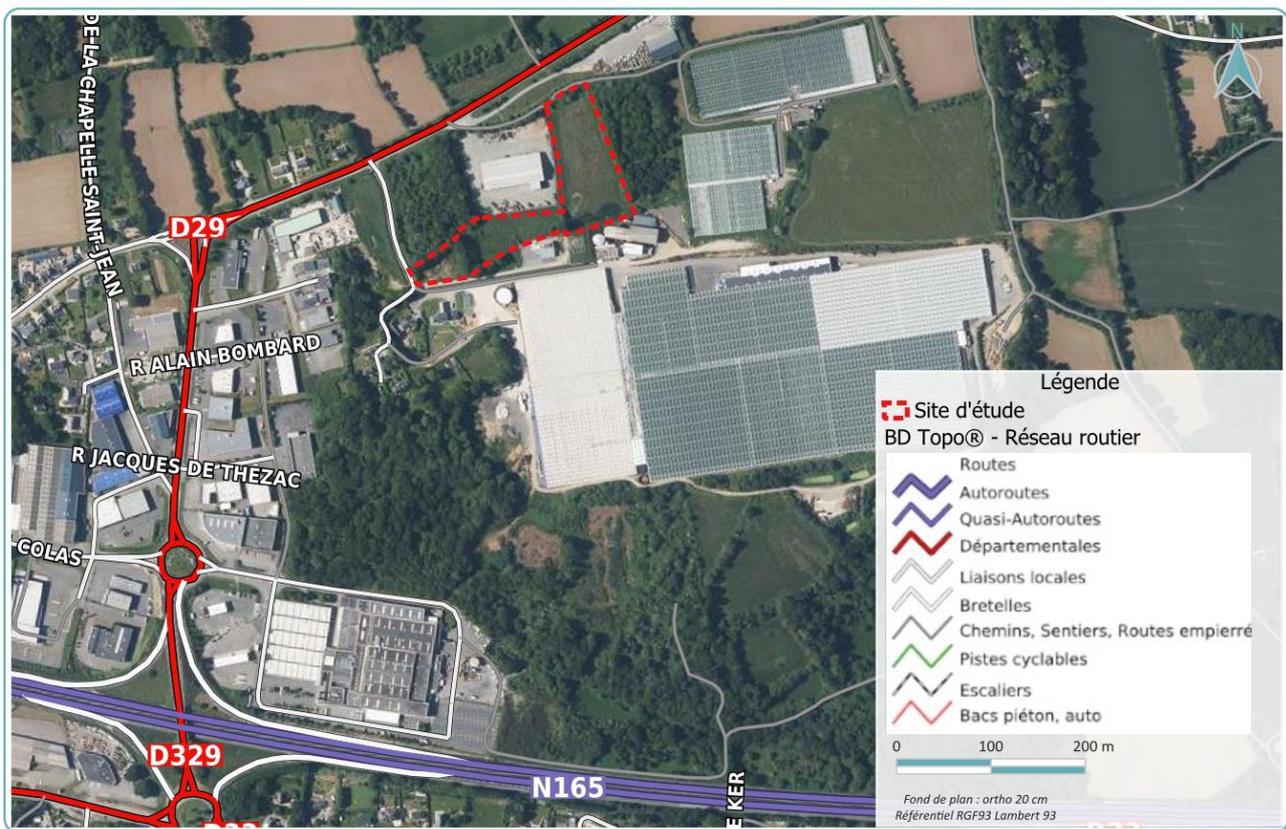


Figure 6 : Axes de desserte routière

Le trafic routier enregistré sur la D29 (au niveau de Dirinon entre Plougastel-Daoulas et Landerneau pouvant être considéré comme une source fiable) est le suivant.

Tableau 9 : Évolution du trafic routier sur la RD 29 à Dirinon (département du Finistère)

Axe routier	2019		2021	
	Trafic VL	Trafic PL	Trafic VL	Trafic PL
D 29 – Plougastel-Daoulas / Landerneau	5 581*	178*	5 512*	208*

\* : MJA : Moyenne journalière annuelle

Concernant la RN 165 (au niveau du secteur de Plougastel-Daoulas) le trafic routier est le suivant.

Tableau 10 : Évolution du trafic routier sur la RN165 à Plougastel-Daoulas (département du Finistère)

	2018	2019	2020	2021	2022
MJA*	47 779* 5,94% de PL	47 657* 5,98 % de PL	39 102* 6,86 % de PL	45 723* 6,83% de PL	46 378* 6,69% de PL

\* : MJA : Moyenne journalière annuelle

Cet axe enregistre ainsi une moyenne d'environ 45 327 véhicules par jour dont 6 % de poids lourds ce qui est important (axe structurant de transit des biens et marchandises du Finistère Nord) soit 2 719 unités.

### 2.3.3.2. Voies de communication aérienne, fluviale et maritime

L'aéroport le plus proche est désigné sous l'appellation « Brest-Bretagne » implanté sur la commune de Guipavas, à 8 km au Nord de Plougastel-Daoulas.

Le site ne se situe pas à proximité d'un cours d'eau ou d'un fleuve utilisé comme voies de communication fluviales et maritimes. Le fleuve le plus proche concerné par la navigation fluviale est l'Elorn, situé à environ 1,6 km au Nord. Par ailleurs le secteur est en retrait de la façade maritime.

### 2.3.3.3. Voies de desserte ferroviaire

La voie de chemin de fer la plus proche se situe à environ 2,4 km au Nord du site d'étude. Cette voie est la ligne qui relie les communes de Brest et de Quimper mais aussi vers Saint-Brieuc puis Rennes.

Les différentes lignes ferroviaires sont illustrées sur la figure suivante.

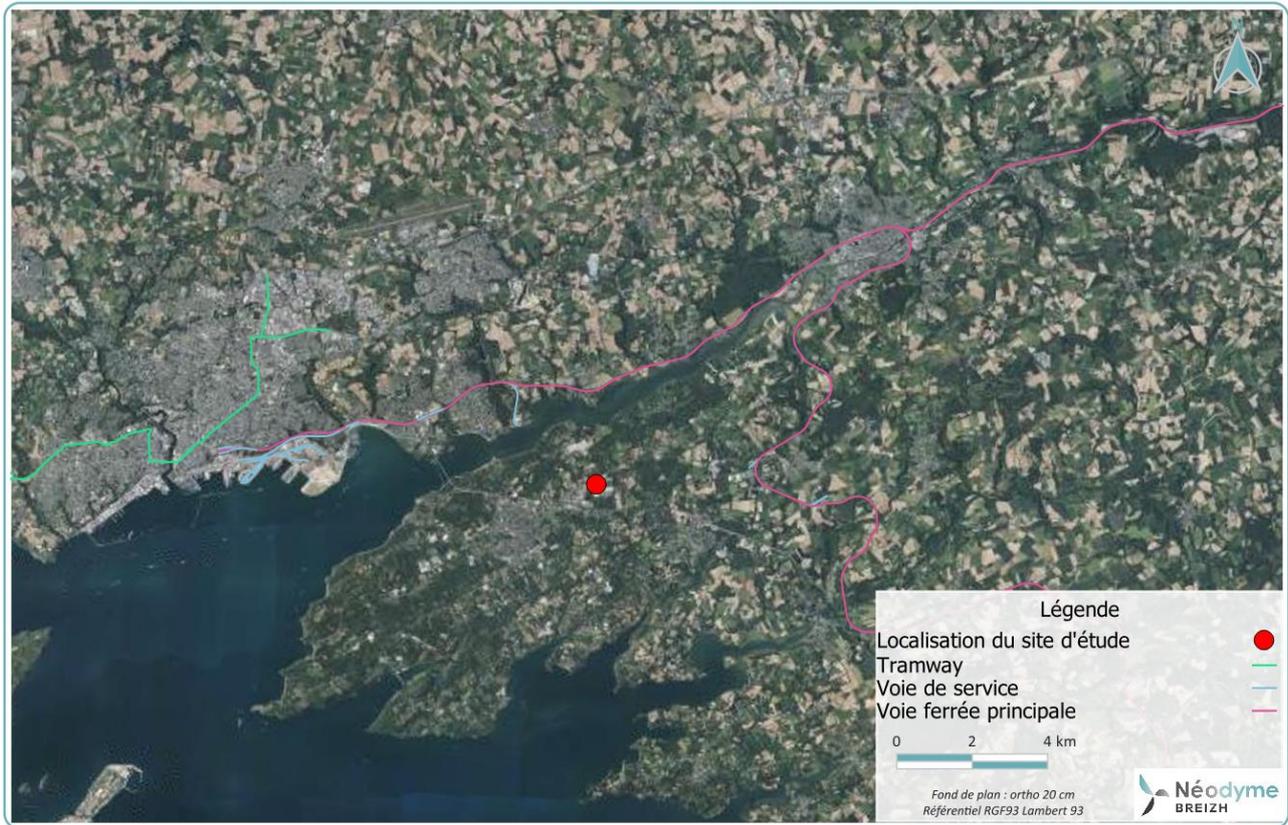


Figure 7 : Réseau ferré sur le secteur d'étude

Les servitudes associées à cette ligne ferroviaire ne contraignent pas l'exploitation.

## 3. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

Les potentiels de dangers, pouvant être à l'origine de phénomènes dangereux dans le cadre d'une installation industrielle, sont à même d'avoir plusieurs origines bien différentes.

L'objectif de cette partie de l'Étude de Dangers est de caractériser et de localiser les « agresseurs » susceptibles de porter atteinte aux installations étudiées.

Parmi les agresseurs à considérer, il peut s'agir notamment d'événements :

- Internes à l'établissement au regard notamment des activités, des procédés, des installations et des produits qui y seront mis en œuvre.
- Externes notamment liés aux phénomènes naturels (mouvements de terrains, séisme, inondation, conditions météorologiques extrêmes, etc.), technologiques (effets dominos depuis un établissement voisin (explosion, feu, projectiles, etc.) ou humains (circulation extérieure de véhicule, camion de transport de marchandises dangereuses, réseau ferroviaire, avion, engin, barge, etc.).

Cette caractérisation est proposée de façon adaptée au contexte du site d'étude et, notamment, les phénomènes naturels improbables ne seront pas étudiés.

Par ailleurs, certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs ont été écartés, en conformité avec les recommandations précisées par l'Annexe II de l'Arrêté Ministériel du 26 mai 2014 (chute de météorite, séismes d'amplitude exceptionnelle, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, événements climatiques extrêmes, chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport, rupture de barrage, et dans une certaine mesure les actes de malveillance).

Le présent chapitre de l'Étude de Dangers vise à caractériser les potentiels de dangers associés à l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas (internes) et à son environnement (externes).

### 3.1. Potentiels de dangers externes liés aux phénomènes naturels

*Source : Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) du Finistère – Informations générales sur les risques de la commune de Plougastel-Daoulas via le portail GéoRisques.*

Les potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels relèvent de la combinaison entre des aléas naturels dangereux et une sensibilité de la cible retenue dans l'étude. Ces aléas sont, notamment, décrits dans le détail dans l'Étude d'Impact du dossier de demande d'autorisation environnementale (Pièce Jointe n°4 en référence au CERFA n°15964) et complétés le cas échéant dans la présente Étude de Dangers.

Ces aléas sont synthétisés dans les titres suivants sous le prisme des phénomènes dangereux susceptibles d'agresser le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas.

Notons en premier lieu que le document d'informations générales sur les risques disponible via le portail GéoRisques, tout comme le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) du Finistère, indiquent que la commune de Plougastel-Daoulas est concernée par deux risques majeurs lié au radon et aux séismes et a fait l'objet de 7 arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles, ce qui est très peu en comparaison de la moyenne nationale.

### 3.1.1. Risque sismique

Le risque sismique est le croisement entre l'aléa sismique sur lequel il n'est pas possible d'agir puisque nul ne peut empêcher un séisme de se produire ni réduire sa puissance, et l'enjeu à savoir la vulnérabilité du bien considéré.

Ainsi, la seule manière de diminuer le risque sismique est de diminuer les effets des phénomènes dangereux induits par la prévention, notamment en construisant des bâtiments prévus pour ne pas s'effondrer immédiatement en cas de séisme.

L'article D. 563-8-1 du Code de l'Environnement précise que la commune de Plougastel-Daoulas se situe en zone n°2 de sismicité faible, comme l'ensemble de la Bretagne, comme l'illustre la figure ci-contre.

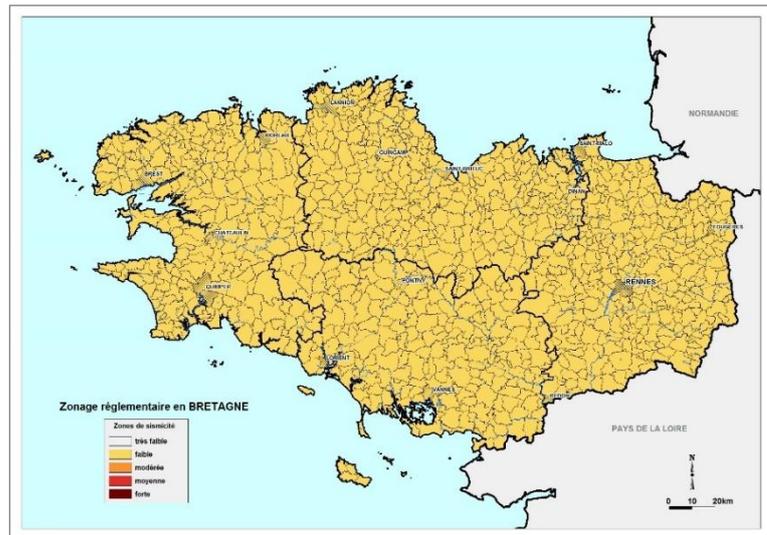


Figure 8 : Carte de l'aléa sismique de la région Bretagne

En complément de ce zonage, les règles de construction parasismique ont été précisées par l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

En vertu de ce texte (article 2. « I. Classification des bâtiments »), « les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 » sont classés en catégorie d'importance II, ce qui sera le cas du site d'étude.

En vertu de l'article suivant (article 3), les règles de construction « parasismiques » s'appliquent :

- A la construction de bâtiments nouveaux des catégories d'importance III et IV en zone de sismicité 2.
- A la construction de bâtiments nouveaux des catégories d'importance II, III et IV dans les zones de sismicité 3, 4 et 5.
- Aux bâtiments existants dans certaines conditions.

En vertu du couple « zone de sismicité n°2 / bâtiment de classe d'importance II » qui caractérise le secteur du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, aucune règle parasismique particulière ne s'impose aux constructions projetées.

**Le risque sismique comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme faible. Ce risque ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.**

### 3.1.2. Risque lié à la foudre

La foudre est un phénomène naturel de décharge électrique d'origine atmosphérique (des nuages se chargent électriquement entre différentes parties ce qui génère un champ électrique très intense pouvant entraîner une décharge interne, c'est l'éclair, ou entre le nuage et le sol, c'est le coup de foudre).

A l'image de l'aléa sismique, il n'est pas possible d'agir sur l'aléa foudre puisque nul ne peut empêcher la foudre de frapper.

Pour ce phénomène également, la seule manière de diminuer le risque foudre est de diminuer les effets de ce phénomène dangereux par la protection, notamment en installant des systèmes « captant » la descente vers le sol pour empêcher ses effets directs vers les structures.

En France et dans le Monde, la répartition de la densité des impacts de foudre est inégale et fortement dépendante de plusieurs facteurs parmi lesquels, le relief (les régions montagneuses étant beaucoup plus exposées que les régions de plaine), la proximité du littoral ou encore le climat.

Cette répartition est illustrée pour la France métropolitaine sur la figure ci-contre.

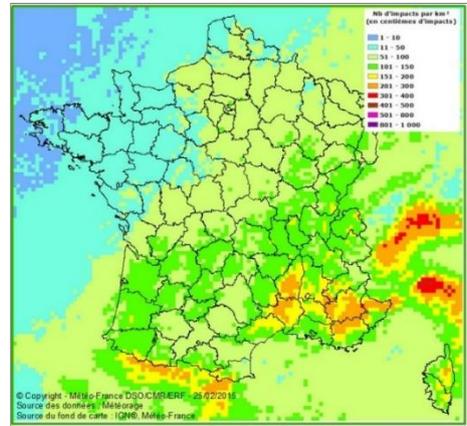


Figure 9 : Densité moyenne annuelle d'impacts de foudre au sol (en centième d'impact par km<sup>2</sup>). 1997 – 2014

Contrairement aux séismes, l'aléa foudre ne fait pas l'objet d'un zonage réglementaire. Notons que la densité de foudroiement (Ng) du département du Finistère s'établit à 0,13 (sonnées : météorage) ce qui est très faible.

Comme cela a été vu, le seul moyen de diminuer le risque de foudre est de s'en protéger puisqu'il n'est pas possible d'agir sur l'aléa en lui-même. Ainsi l'arrêté du 15 janvier 2008 « relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées », qui a depuis été abrogé pour être intégré dans 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 » prévoit qu'une partie des ICPE doit faire réaliser une Analyse du Risque Foudre (ARF).

Cette analyse du risque foudre (ARF) vise à évaluer le risque afin de définir les niveaux de protection nécessaires à chacune des installations/infrastructures, dans le but de protéger les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 du Code de l'Environnement.

Ce même texte (arrêté du 4 octobre 2010) prévoit qu'en fonction des résultats de l'analyse du risque foudre, une étude technique doit ou non être réalisée pour « définir 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 ».

Seules certaines ICPE se doivent de faire réaliser cette ARF selon la nature et le volume des activités qui y sont exercées, sur la base de leur classement en référence à la nomenclature des installations classées.

Le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas relèvera du régime de l'Autorisation, notamment pour les rubriques 3520 et 2971 de la nomenclature des ICPE.

A ce titre, la société SPV du Menez a fait réaliser une Analyse du Risque Foudre par un organisme compétent disposant d'une labellisation normative. A l'issue de cette analyse et selon ses résultats, une Etude Technique Foudre a été réalisée pour dimensionner les systèmes de protection nécessaires. Ces études sont disponibles en annexe du présent document.

Annexe 1 : Analyse du risque foudre et Etude technique – RG Consultant

Le potentiel de dangers lié à la foudre sera ainsi considéré comme faible voire nul au regard des dispositifs de protection associés dimensionnés dans l'ARF et l'ET. Ce risque ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.3. Risque inondation

Le risque inondation est en France le premier risque naturel par l'importance des dommages qu'il provoque, et se caractérise par une submersion rapide ou lente des terres selon l'origine du phénomène. Le phénomène d'inondation peut avoir plusieurs origines et notamment : une remontée d'eau souterraine, le débordement d'un cours d'eau superficiel, l'effet des vagues de la mer ou encore la rupture d'un barrage.

#### 3.1.3.1. Risque inondation par débordement d'un cours d'eau

En France, le risque inondation est le premier risque naturel. L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau causée par de nombreux facteurs naturels (quantité/répartition spatiale et temporelle des pluies, phénomènes météo-marins) et par des facteurs provoqués directement ou indirectement par l'action de l'homme (urbanisation, imperméabilisation des sols, pratiques agricoles, pompages de nappe, etc.).

Au regard de la situation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas par rapport au réseau hydrographique, les terrains ne sont pas concernés par le risque d'inondation par débordement de cours d'eau, comme l'illustre la figure suivante (extrait de l'atlas des zones inondables).

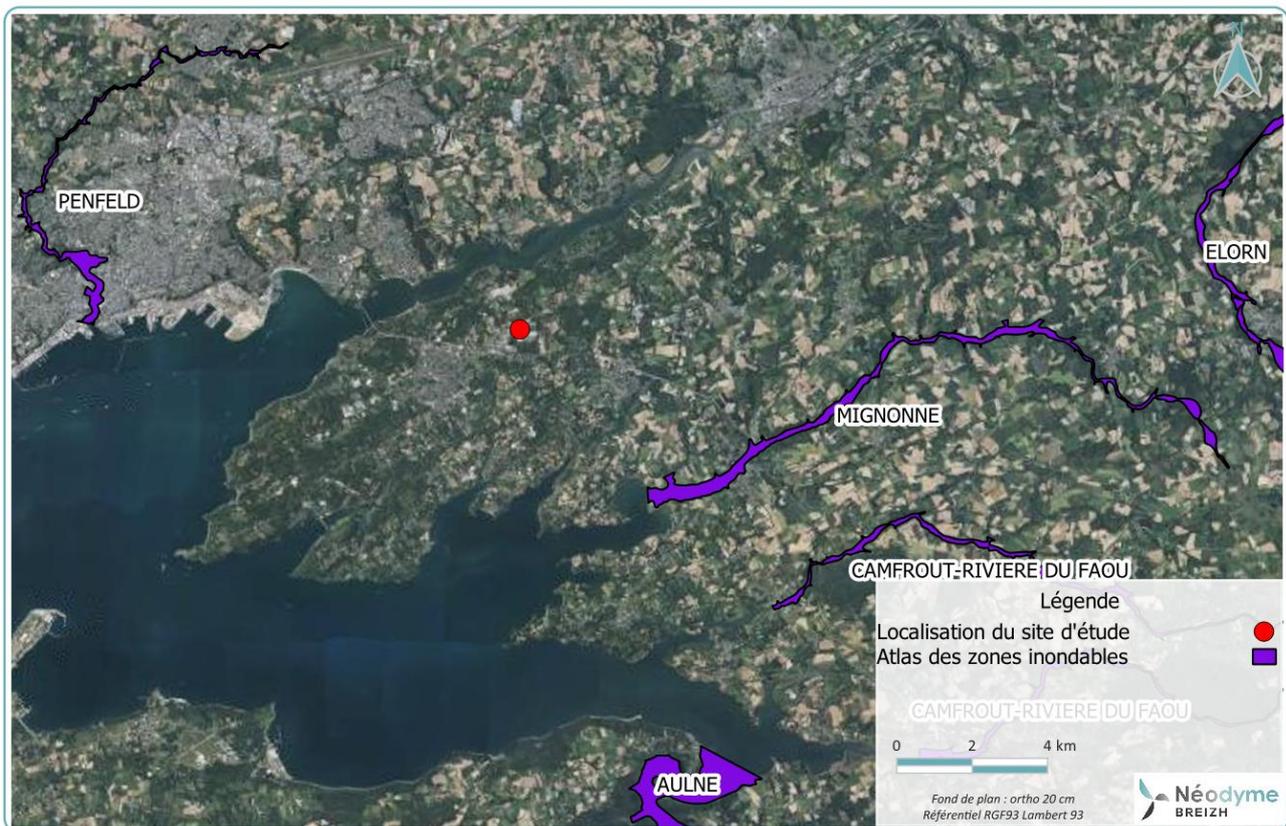


Figure 10 : Extrait de l'atlas des zones inondables sur le secteur d'étude

La commune de Plougastel-Daoulas ne fait pas l'objet d'un Plan de Prévention des Risques Naturels Inondations (PPRNI), ni d'un PAPI Programmes d'Actions de Prévention des Inondations.

Le risque inondation par débordement de cours d'eau comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme faible voire nul et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.3.2. Risque inondation par remontée de nappe d'eau souterraine

Les nappes phréatiques sont en partie alimentées par la pluie. Lors d'évènements pluvieux exceptionnels, la recharge exceptionnelle de la nappe entraîne une montée du niveau de la nappe qui peut alors atteindre la surface du sol : c'est l'inondation par remontée de nappe.

La consultation de la cartographie de synthèse de l'aléa inondation par remontée de nappe d'eau souterraine (via le portail Géorisques) indique que le secteur d'étude n'est pas concerné par l'aléa des remontées de nappe d'eau souterraine comme l'illustre la figure suivante.

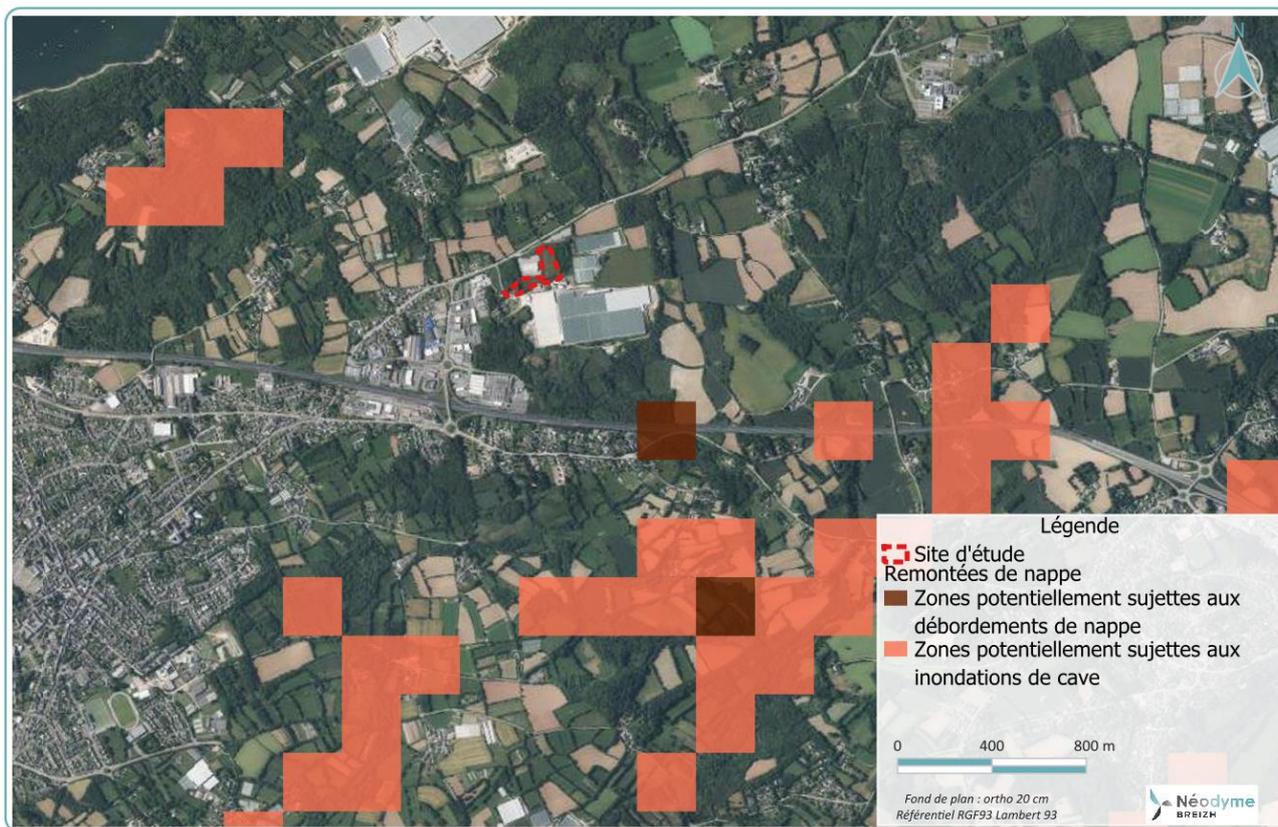


Figure 11 : Localisation des risques d'inondation par remontée de nappe

Le risque inondation par remontée de nappe d'eau souterraine comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme nul voire faible et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.3.3. Risque inondation par submersion marine

Le risque d'inondation marine est temporaire, et lié sur la zone côtière aux conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques sévères.

Plusieurs plans de prévention des risques submersion marine (PPRSM) et des risques littoraux (PPRL) sont approuvés sur le littoral Finistérien. Toutefois au regard de son retrait de la façade maritime (environ 8 km), le site d'étude et plus largement le secteur d'étude ne sont pas concernés par le risque de submersion marine.

Le risque inondation par submersion marine comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme nul et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

#### 3.1.3.4. *Risque inondation par rupture de barrage*

*Le risque d'inondation par rupture de barrage correspond à une élévation brutale du niveau de l'eau consécutive par exemple à la rupture totale ou partielle d'un ouvrage faisant obstacle à l'écoulement principal.*

Aucun risque d'inondation par rupture de barrage ou d'autre ouvrage de retenue d'eau n'est identifié sur le secteur d'étude (absence de risque confirmée par le DDRM du Finistère).

**Le risque inondation par rupture de barrage comme potentiel de dangers est ainsi exclu et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.**

#### 3.1.4. *Risque lié aux aléas météorologiques*

Résultat de sa situation géographique en retrait de quelques kilomètres du littoral, le climat du secteur d'étude est de type tempéré sous forte influence océanique, avec des températures moyennes minimales variant entre 4°C et 13°C et des moyennes maximales oscillant entre 9°C et 20°C.

La pluviométrie mensuelle moyenne varie pour sa part entre 59 mm et 143 mm avec une répartition relativement homogène sur les mois de l'année.

Les vents sont pour leurs parts principalement de secteurs Sud-Ouest mais également dans une moindre mesure de secteur Nord-Est, et peuvent présenter des vitesses supérieures à 50 km/h en provenance du Sud-Ouest notamment au regard de la proximité du littoral.

Ces données font apparaître que le secteur est peu soumis à des phénomènes météorologiques extrêmes.

**Les risques liés aux aléas météorologiques et notamment aux phénomènes extrêmes comme potentiel de dangers sont ainsi considérés comme faibles à modérés et ne seront pas retenus comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.**

Notons toutefois que des événements d'une intensité exceptionnelle ne sont pas exclus comme sur l'ensemble du territoire national. Ce type d'événements s'est déjà produit sur le secteur d'étude (tempête de 1987 ayant conduit au classement de l'ensemble des communes du Finistère en état de catastrophe naturelle par exemple).

#### 3.1.5. *Risque mouvements de terrains*

A l'instar des risques d'inondation, le risque de mouvements de terrains peut être lié à des aléas de natures différentes. Ces aléas se caractérisent par des phénomènes dangereux rapides comme la rupture du toit d'une cavité souterraine ou la chute de blocs rocheux, ou par des phénomènes lents et notamment par la déshydratation/réhydratation des argiles du sol qui est le risque le plus commun en France Métropolitaine.

##### 3.1.5.1. *Risque de mouvement de terrain lié aux argiles du sol*

*Le retrait par assèchement des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée produit des déformations de la surface des sols (tassements différentiels) suivis de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement de conditions hydrogéologiques « humides ».*

Le terrain du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas n'est pas concerné par un risque de mouvement de terrain lié à l'aléa argile comme l'illustre la figure ci-contre.

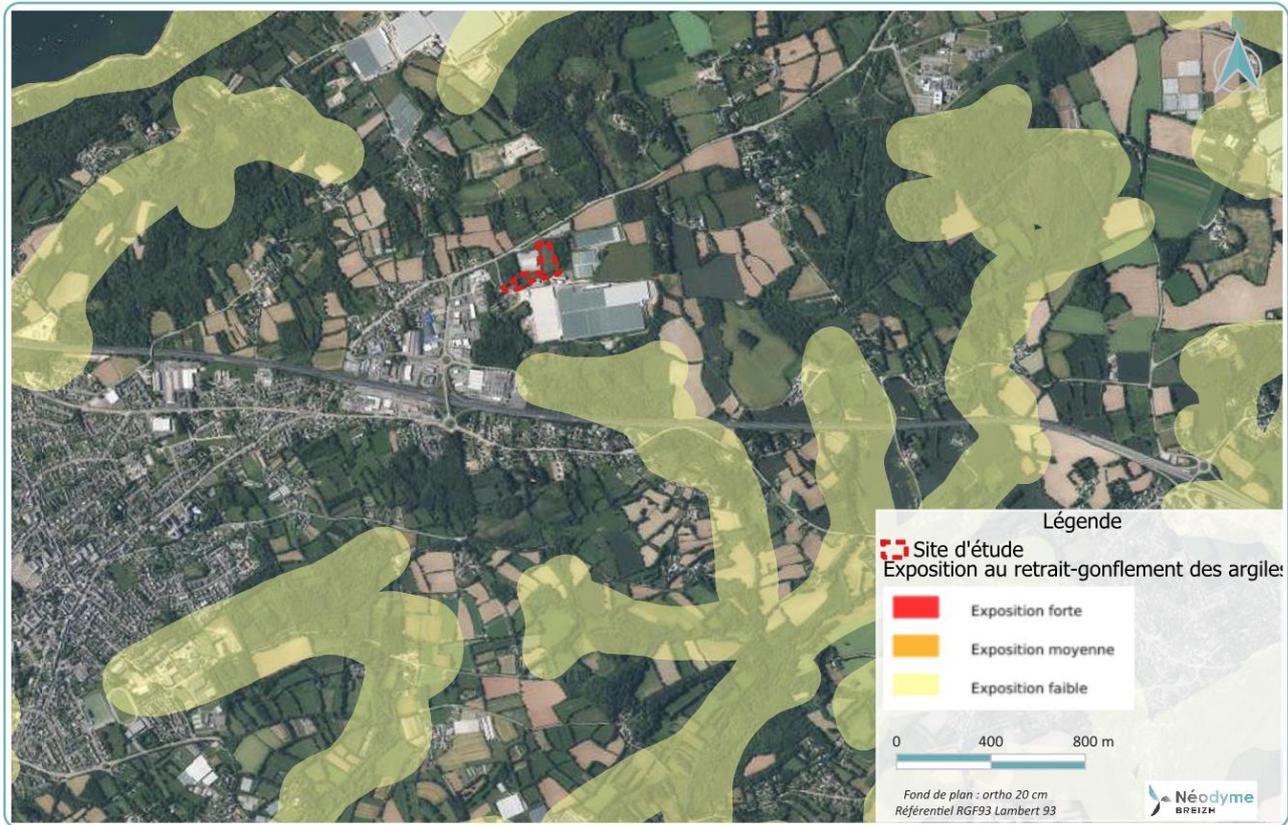


Figure 12 : Cartographie de l'aléa naturel de mouvements différentiels des argiles

Le risque de mouvements de terrains par retrait / gonflement des argiles comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme nul à faible et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.5.2. Risques de mouvement de terrain lié à la présence de cavités souterraines

Certaines cavités (BRGM via le portail GéoRisques) peuvent présenter des dangers liés à leur instabilité, à la présence de « poches » de gaz ainsi qu'à la montée très rapide des eaux (cavités naturelles). Ces cavités peuvent avoir une origine naturelle (cavités de dissolution, de suffosion, volcaniques) ou d'origine anthropique (carrières, habitations troglodytiques, caves, ouvrages civils et militaires).

Aucune cavité souterraine d'origine naturelle (cavités de dissolution, de suffosion, volcaniques) ou d'origine anthropique (carrières, habitations troglodytiques et caves, ouvrages civils, ouvrages militaires enterrés (sapes, tranchées et galeries)) n'est inventoriée par le BRGM sur les terrains d'étude ni à leurs abords immédiats.

La cavité référencée la plus proche est un ouvrage civil situé à environ 4,5 km au Nord-Est comme l'illustre la figure suivante.

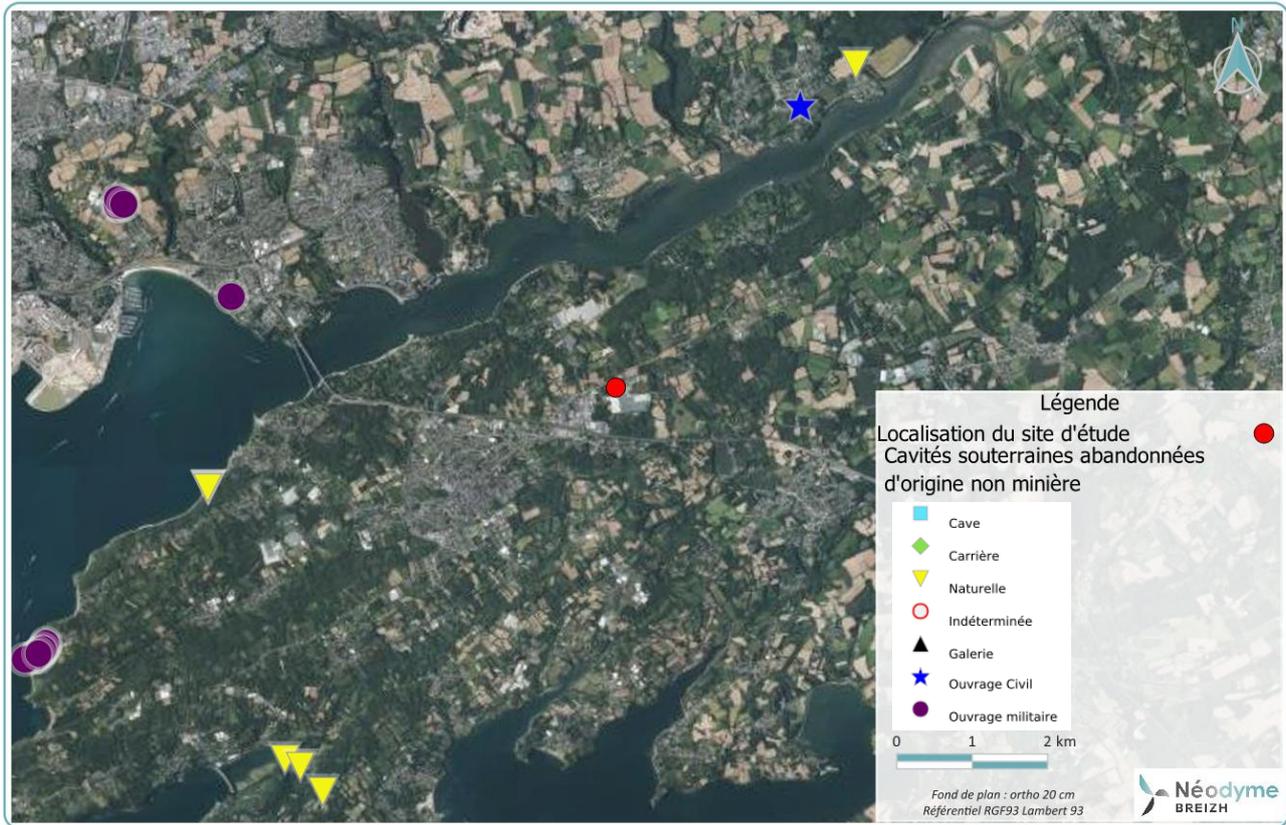


Figure 13 : Inventaire cartographique des cavités souterraines

Le risque de mouvements de terrains lié à la présence de cavités souterraines comme potentiel de dangers est ainsi exclu et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.5.3. Historique des mouvements de terrains

En France, les dommages occasionnés par des mouvements de terrain d'importance et de type très divers (glissements de terrain, éboulements, effondrements, coulées de boue, Erosion des Berges, etc.), ont des conséquences humaines et socio-économiques considérables. Aussi une base de données BDMvt a été créée pour garder la mémoire de ces évènements.

Aucun mouvement de terrain n'est inventorié par le BRGM au sein de la base BDMvt intégrée dans GéoRisques sur les terrains d'étude ni à leurs abords immédiats et éloignés.

Le mouvement de terrain référencé le plus proche est un éboulement distant d'environ 3 km au Nord-Ouest du site.

D'autres mouvements de terrains sont localisés à des distances encore plus éloignées comme l'illustre la figure suivante.

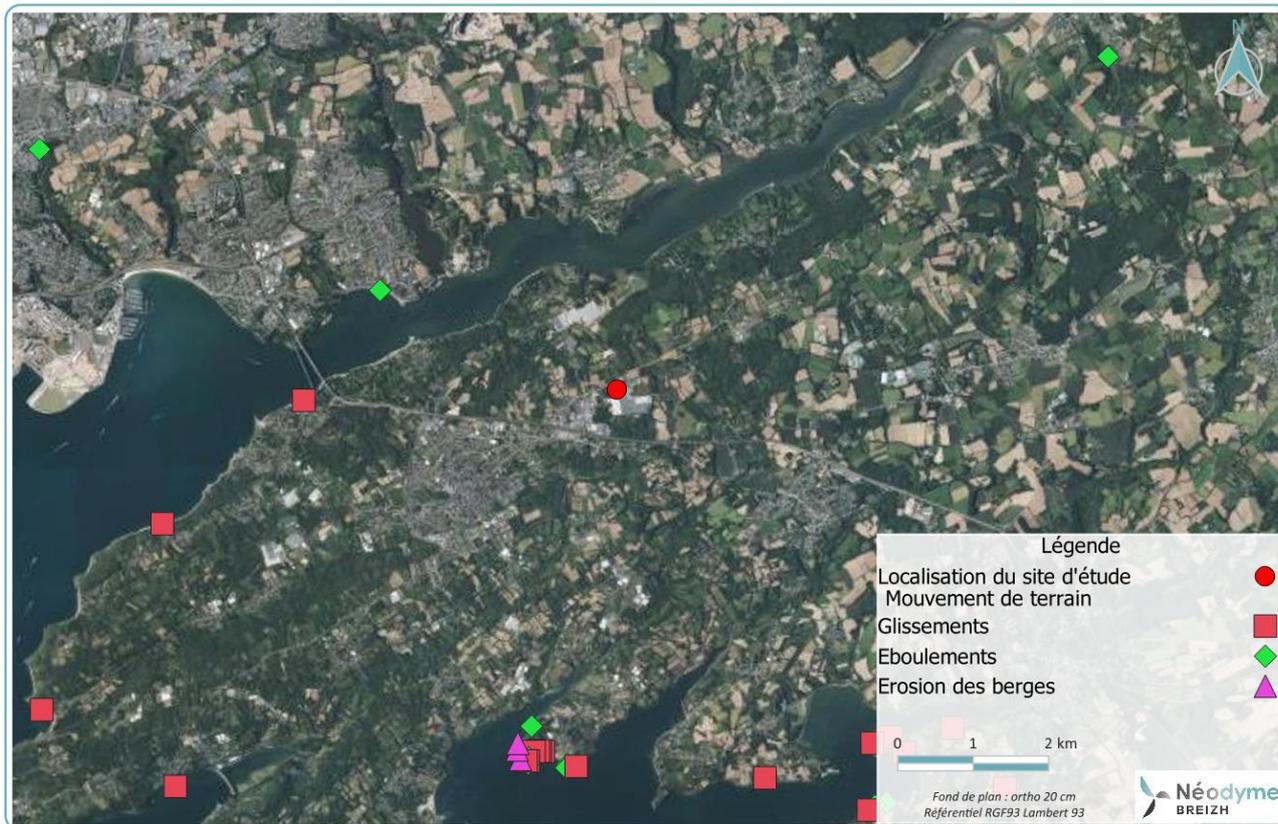


Figure 14 : Localisation des mouvements de terrain inventoriés les plus proches

En synthèse des données disponibles, la combinaison d'un aléa retrait/gonflement des argiles nul à faible, de l'absence de cavités souterraines, et de la consultation de l'inventaire des mouvements de terrains, permettent de constater que le risque de mouvements de terrains sur le terrain d'étude et donc pour le projet est a priori nul voire très faible.

Le risque associé aux phénomènes de mouvements de terrains comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme nul à faible et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse des risques présentée dans la suite de l'étude.

Notons toutefois que dans le cadre du projet, comme pour tous les travaux de cette importance, des études géotechniques seront réalisées identifiant les éventuelles prescriptions adaptées à la structure locale des sols.

### 3.1.6. Risque de feu de forêt

Le risque de feu de forêt est présent dans le département du Finistère du fait des grandes surfaces couvertes de landes et d'herbages ainsi que par des zones boisées.

A cet effet un arrêté préfectoral porte prescriptions en différenciant d'une part les zones sensibles (Monts d'Arrée et Presqu'île de Crozon d'une part, extrême Sud-Est du département, de l'Aven et du Belon jusqu'à la Laïta, d'autre part), et le reste du département. Les feux de l'été 2022 sont venus rappeler ce risque en région Bretagne.

Aucun boisement d'importance n'est identifié sur le secteur d'étude.

Le risque associé aux phénomènes de feu de forêts comme potentiel de dangers est ainsi exclu et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.1.7. Risque radon

La risque radon expose la santé des populations du fait de son inhalation. Ce gaz radioactif est présent naturellement dans l'environnement, inodore et incolore, et émettant des particules alpha. Ce risque concerne la santé publique et ne sera pas étudié en termes de risque industriel.

Le risque radon expose la santé des populations du fait de son inhalation. Ce gaz radioactif est présent naturellement dans l'environnement, inodore et incolore, et émettant des particules alpha. Ce risque concerne la santé publique.

La commune de Plougastel-Daoulas est classée en risque de niveau 3 pour le Radon soit la catégorie où ce risque est le plus élevé (comme une partie notable de la région Bretagne).

Notons toutefois qu'il ne s'agit pas dans un risque « industriel » mais sanitaire, et qui ne sera donc pas considéré pour la suite.

### 3.1.8. Synthèse des potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels

Les aléas naturels les plus fréquemment rencontrés en France Métropolitaine ont été détaillés dans les points précédents. Ces potentiels de dangers sont synthétisés dans tableau suivant, et accompagnés de l'estimation du risque et des mesures proposées par SPV du Menez pour le site de Plougastel-Daoulas.

Tableau 11 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels

Aléa	Type d'aléa sur le secteur	Conséquences envisageables	Sensibilité identifiée	Mesures internes prises par l'exploitant	Agresseur retenu comme évènement initiateur dans l'APR
Séisme	Zone n° 2 Bâtiment de classe de « risque normal »	Domages sur les structures en contact avec le sol	Faible	Construction selon les règles de l'art	NON
Foudre	Densité de foudroiement NSG : 0,13 impacts/km <sup>2</sup> /an Résistivité du sol : 500 Ohms/mètres	Effets directs : départ de feu Effets indirects : Surtensions des équipements électriques	Faible	En cas de besoin selon les préconisations de l'ARF/ET : protection des installations électriques, captation sur les structures	NON
Inondation	Absence d'aléas inondation tous types confondus	Montée des eaux dans les bâtiments et sur les aires extérieures. Pertes d'une partie des équipements.	Faible	Mise sur rétention des stockages sensibles	NON
Phénomènes climatiques extrêmes	Absence de phénomènes climatiques	Domages sur les structures	Faible	Construction selon les règles de l'art	NON

Aléa	Type d'aléa sur le secteur	Conséquences envisageables	Sensibilité identifiée	Mesures internes prises par l'exploitant	Agresseur retenu comme évènement initiateur dans l'APR
Mouvements de terrains	Aléas argile nul. Absence de cavité. Absence d'événements proches du projet.	Dommages sur les structures	Faible	Construction selon les règles de l'art	NON
Feu de forêt	Absence de surfaces boisées	Effets directs : départ de feu Effets indirects : montée en température	Nulle	-	NON

L'analyse des potentiels de dangers externes liés aux phénomènes naturels indique qu'aucun aléa n'est susceptible d'entraîner un phénomène dangereux à retenir comme un évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

## 3.2. Potentiels de dangers externes liés aux activités humaines

### 3.2.1. *Risque industriel et technologique : ICPE et SEVESO*

Le risque industriel et technologique est lié à l'action humaine et notamment à la manipulation, au transport ou au stockage de substances dangereuses pour la santé et l'environnement.

Ces risques industriels peuvent avoir des conséquences graves sur les personnes, leurs biens et/ou l'environnement comme en témoigne la mémoire collective (AZF à Toulouse en 2001 (30 morts et 2 500 blessés et des dégâts considérables dans un large périmètre), Bhopal en Inde en 1984 (20 000 morts en 20 ans), Mariana au Brésil en 2015 (500 000 riverains privés d'eau)).

La base des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement inventorie 10 établissements sur la ville de Plougastel-Daoulas relevant du régime de l'Autorisation ou de l'Enregistrement au titre de cette législation.

Notons que le site d'étude est situé à proximité immédiate d'une installation de combustion classée au titre des ICPE destinée à chauffer des serres maraîchères, tout comme le projet d'étude.

La localisation des ICPE dans un environnement proche du site SPV du Menez est illustrée sur la figure suivante.

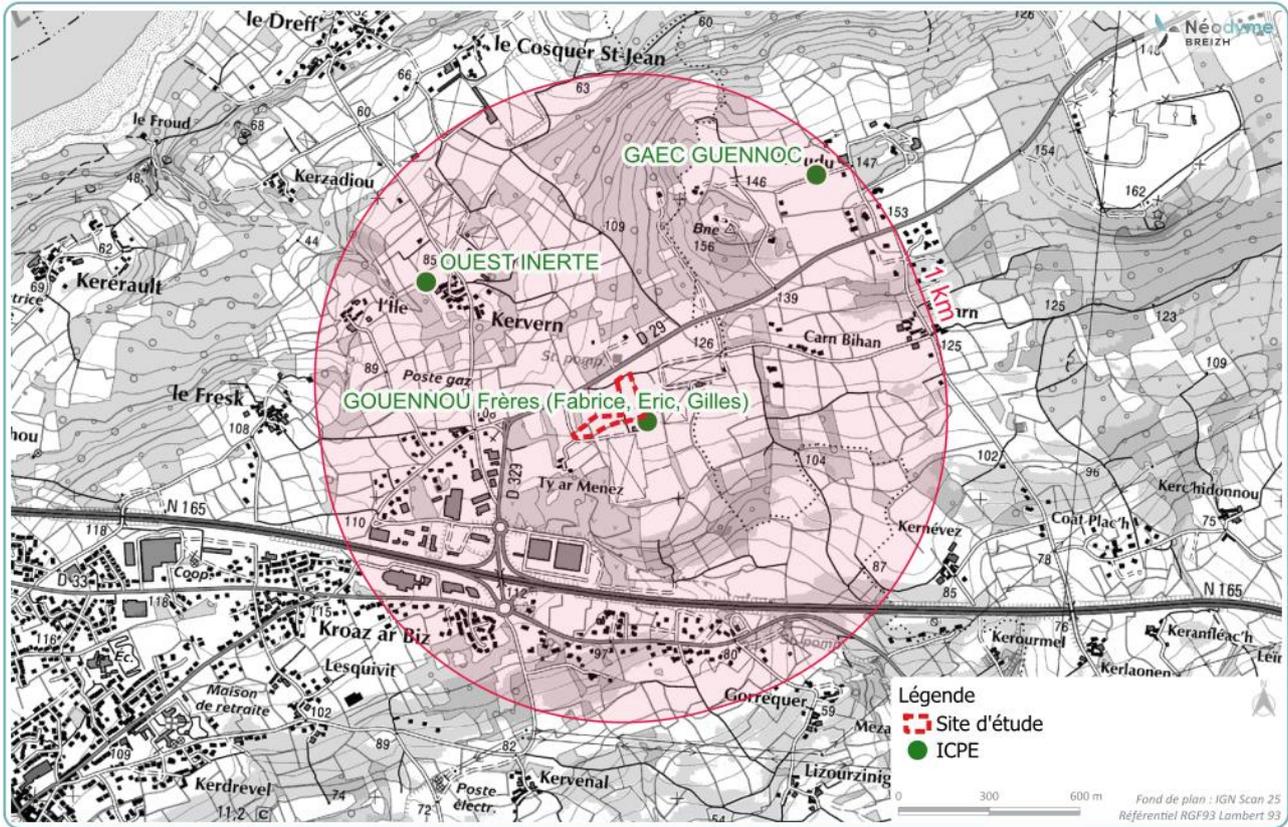


Figure 15 : Localisations des ICPE sur un secteur proche

La carte ci-dessus nous indique la présence d'une seule ICPE à proximité de la parcelle du projet, et de deux autres dans un rayon de 1 km ce qui est très peu. Le tableau ci-dessous présente le détail de ces installations classées dans un rayon de 1 km autour du projet.

Tableau 12 : Inventaire des sites ICPE à proximité du site (rayon de 1 km)

Nom de l'ICPE	Régime	Seveso	Installation
Gouennou Frères (Fabrice, Eric, Gilles)	Enregistrement	Non	Combustion
Ouest Inerte	Enregistrement	Non	Broyage, concasse d'inerte
GAEC Guennoc	Autres régimes	Non	Agricole

Aucun établissement ne relève de la Directive 2012/18/UE du 4 juillet 2012 dite « Directive SEVESO 3 » relative aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses aux abords (proches et lointains) du site d'étude et ainsi aucun PPRT (Plan Prévention des Risques Technologiques) ne contraint le secteur.

Pour toutes ces raisons, aucune ICPE ou autre établissement industriel ne semble pouvoir être à l'origine de phénomènes dangereux pouvant toucher les intérêts du site SPV du Menez.

Le risque d'accident industriel sur le secteur d'étude comme potentiel de dangers est considéré comme faible voire nul et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

Notons que la commune de Plougastel-Daoulas n'est pas concernée par le risque lié à la présence d'installations nucléaires civiles et/ou militaires (seules les communes de Brest, Crozon et Lanveoc sont concernées par ce risque dans le Finistère du fait de la présence d'installations nucléaires militaires).

### 3.2.2. *Risques liés aux infrastructures de transports*

#### 3.2.2.1. *Risque lié au transport de marchandises dangereuses par voies de communication*

Plusieurs axes routiers ouverts à la circulation de transports de marchandises dangereuses sont inventoriés sur le secteur d'étude ce qui est notamment le cas de l'axe de desserte du site, à savoir la route départementale 29 qui passe à environ 40 m du site.

Ce type de transports, très fréquents sur la majorité des axes routiers, est encadré par des règlements européens et nationaux et notamment par l'accord européen ADR en ce qui concerne le transport par la route (le transport ferroviaire est encadré par le règlement RID, le transport fluvial par l'accord européen ADN, le transport maritime par les codes et recueils maritimes pour le TMD en colis et en vrac et le transport aérien par les instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)).

Le retrait du terrain du projet SPV du Menez et encore plus de ses infrastructures vis-à-vis des axes de circulation et les obstacles naturels et artificiels qui les séparent permettent d'exclure toute conséquence directe d'un accident sur ces axes sur les intérêts du site d'étude.

**Le risque de dommages lié à un accident sur un axe de communication comme potentiel de dangers est consécutivement faible et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.**

De la même manière, la logistique des CSR (bien que ce produit ne soit pas dangereux) et des produits liés au procédé de valorisation sur le site de la SPV du Menez soumettra l'exploitant au risque de la circulation et ainsi des consignes seront prises pour respecter des conditions de logistique à même de réduire les accidents en interne.

**Le risque de dommages lié à un accident lors de la logistique du CSR et des produits associés aux procédés sur le site SPV du Menez comme potentiel de dangers n'est pas négligeable et sera donc retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.**

#### 3.2.2.2. *Risque lié au transport de matières dangereuses par canalisations*

Le territoire national est traversé par des canalisations stratégiques de transport de matières, notamment de matières énergétiques qui présentent des dangers importants.

La consultation de la carte du réseau de transports de matières dangereuses par canalisations mise à disposition via le portail GéoRisques nous indique la présence d'une canalisation de transport de matières dangereuses au droit du site d'étude. Cette canalisation transporte du gaz naturel.

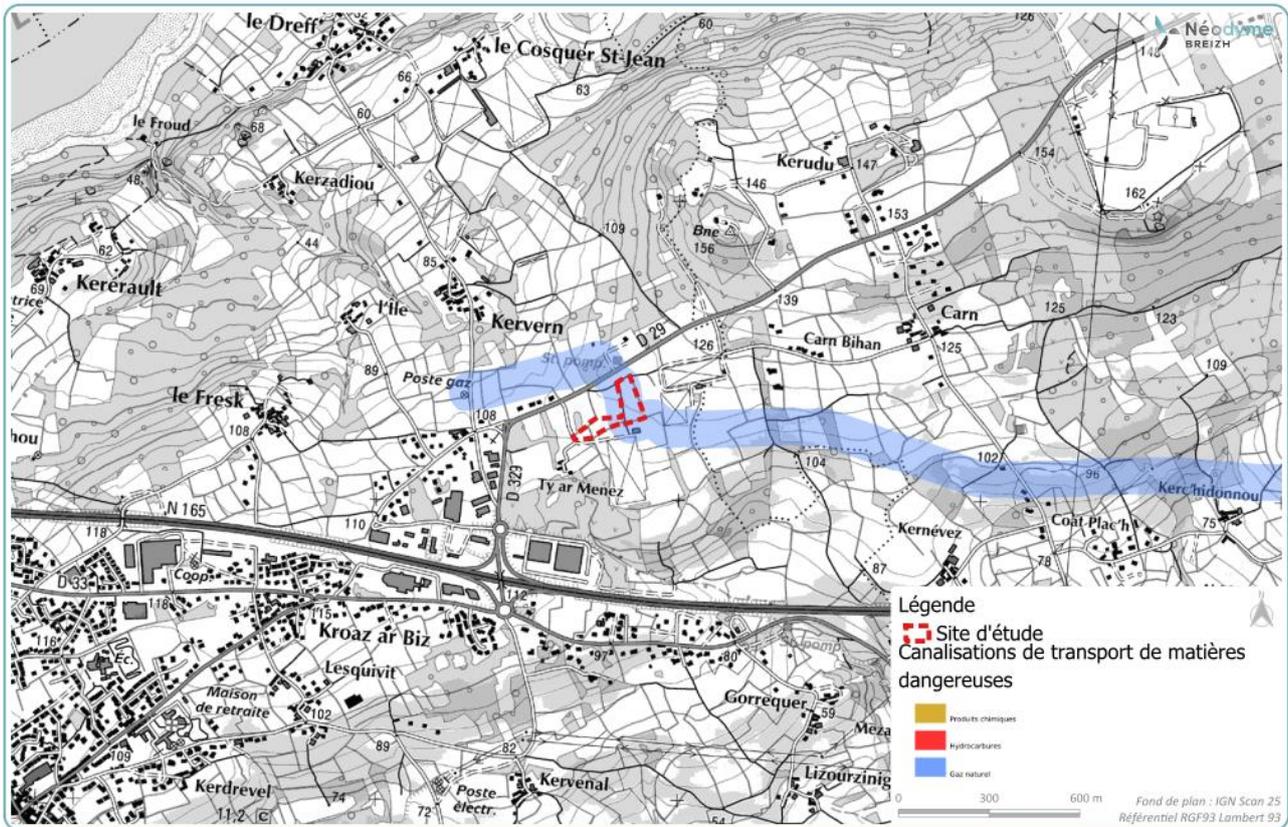


Figure 16 : Cartographie des canalisations de transport de matières dangereuses

Le risque de dommages lié à un accident sur une canalisation de transport de matières dangereuses comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme fort et sera donc retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

De plus, un poste aérien est présent en limite Sud, près de la chaufferie actuelle

### 3.2.2.3. Servitudes aéronautiques et risques liés à la navigation aérienne

L'aéroport le plus proche est désigné sous l'appellation « Brest-Bretagne » implanté sur la commune de Guipavas, à 8 km au Nord de Plougastel-Daoulas. Cet aéroport ouvert à l'aviation civile, principalement de tourisme à desserte nationale et internationale proche, est long de 3 000 m et a une orientation 25/07.

La commune de Plougastel-Daoulas et le site de SPV du Menez ne sont pas concernés par une zone de servitude aéronautique.

Le risque lié à la chute d'avion comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme faible voire nul et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

### 3.2.2.4. Servitudes ferroviaires

La voie de chemin de fer la plus proche se situe, pour rappel, à environ 2,4 km au Nord du site d'étude. Cette voie est la ligne qui relie les communes de Brest et Quimper mais aussi Saint-Brieuc puis Rennes.

La commune de Plougastel-Daoulas et donc le terrain du projet ne sont pas concernés par une servitude ferroviaire.

Le risque lié à la circulation ferroviaire (et maritime) comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme nul à faible et ne sera donc pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite.

### 3.2.3. *Risques liés à des actes de malveillance extérieurs au site*

Le rapport « Éléments d'accidentologie sur les actes de malveillance dans les installations industrielles » (BARPI – 2015) apporte (comme son nom l'indique) des éléments en matière de prise en compte de la malveillance. Parmi les actes de malveillance à redouter figurent des actes exceptionnels liés au terrorisme notamment (objet d'instructions gouvernementales concernant les installations « SEVESO » au regard du contexte actuel) et plus fréquemment de la « malveillance ordinaire ». Cette seconde concerne des vols, des départs de feu, de la pollution volontaire et doit être retenue comme cause possible d'un accident car cette malveillance ordinaire représente environ 4 % du total des accidents depuis 1992. Les actes de malveillance font généralement lieu à des enquêtes de police qui révèlent que les motivations sont souvent inconnues (faute d'auteurs identifiés) ou floues mais peuvent être attribués aux principaux enjeux suivants :

- Manifestation d'un mécontentement lié à l'acceptation locale de l'installation.
- Abandon d'objets/produits encombrants ou dangereux.
- Vols de matières/objets à valeur commerciale.
- Manifestation de conflits sociaux au sein de l'entreprise ou d'une crise sociale extérieure.

Ces actes malveillants peuvent également parfois être commis par pure volonté de nuire via des actes de vandalisme ou de violence « gratuite ».

Pour se prémunir de ces actes, SPV du Menez déploiera sur le site les principales mesures suivantes :

- Mise en place d'une clôture périphérique étanche.
- Procédures de contrôle au niveau de l'accès au site, fermeture des issues des bâtiments.
- Sécurisation des stockages et des équipements sensibles et contrôles d'accès.
- Présence du personnel SPV du Menez sur une plage horaire étendue et mise en place d'une télésurveillance en dehors avec une équipe d'astreinte : report des images de la télésurveillance et des alarmes d'intrusion sur des téléphones portables et/ou vers un prestataire extérieur pour la gestion des éventuels incidents/ sinistres

L'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées « SEVESO » suscite prévoit que les actes de malveillance figurent parmi les « événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs pouvant ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers ».

Les mesures de lutte contre les actes de malveillance qui seront mises en place sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas permettront de réduire le risque lié à ces actes d'agression intentionnelle extérieurs au site et de diminuer ce risque, sans pouvoir l'exclure, comme potentiel de dangers.

En conséquence, et malgré l'arrêté du 26 mai 2014, ce risque sera retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques dans la suite de l'étude.

### 3.2.4. Synthèse des potentiels de dangers externes liés aux activités humaines

Tableau 13 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux activités humaines et technologiques

Aléa	Type d'aléa sur le secteur	Conséquences envisageables	Sensibilité identifiée	Mesures internes prises par l'exploitant	Agresseur retenu comme évènement initiateur dans l'APR
Installations industrielles voisines	Absence d'implantation à risque à proximité	Propagation d'un incendie, dégradation des structures	Faible	Résistance du bâtiment Recul des limites de propriété Moyens de lutte contre l'incendie répartis sur tout le site	NON
Transport de marchandises dangereuses par voie routière	Routes d'accès Retrait des axes majeures Circulation interne	Propagation d'un incendie, dégradation des structures	Faible	Obstacles entre le site et les voies de communication concernées Retrait du site par rapport aux voies concernées	NON
Transport de marchandises dangereuses par canalisation	Présence de canalisation de matière dangereuse de gaz sous le site	Effets d'une explosion ou d'un incendie	Fort	Information préalable à tout travaux Canalisations enterrées en interne Poste aérien en limite de site	OUI
Navigation aérienne	Aéroport à plus de 8 km	Chute d'aéronef	Négligeable	/	NON
Transport de marchandises dangereuses par voies ferroviaires et maritimes	Voie ferrée à plus de 2 km Pas de voie fluviale / maritime	Propagation d'un incendie, dégradation des structures	Faible	Distance d'éloignement	NON
Acte de malveillance extérieur au site	Vols, dégradations, incendiaires	Dégradation des protections périmétriques, incendie	Modérée	Gardiennage du site Clôture Séparations physiques	OUI

### 3.3. Potentiels de dangers internes liés à l'exploitation du site

Un accident industriel majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et/ou l'environnement. Les conséquences d'un accident industriel sont généralement regroupées en trois types :

- Effets thermiques liés à une combustion d'un produit inflammable ou à une explosion.
- Effets mécaniques liés à une surpression, résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion.

- Effets toxiques liés à l'inhalation d'une substance chimique toxique.

Les sources de dangers qui sont à l'origine des accidents, majeurs ou non, peuvent avoir une origine externe naturelle ou humaine comme cela a été présenté dans le cas du site d'étude dans les deux points précédents.

Ces sources « potentiels de dangers » sont toutefois majoritairement d'origine interne liées à l'exploitation. Ces sources concernent les activités et les procédés mis en œuvre, les substances/mélanges dangereux fabriqués ou utilisés, ou encore les utilités nécessaires aux procédés et aux activités annexes.

L'identification des potentiels de dangers internes doit être menée de la manière la plus factuelle possible sans préjuger des conséquences envisageables.

Parmi les éléments retenant principalement l'attention figurent génériquement :

- Les produits et substances représentant un caractère toxique, inflammable, explosif, etc., les incompatibilités entre produits mais également les incompatibilités produits-matériaux. Les déchets issus de ces produits conservent en majorité leurs potentiels de dangers.
- Les installations présentant des risques selon leurs différentes phases d'exploitation : normales, dégradées, de maintenance, de démarrage ou d'arrêt.
- Les activités annexes telles les fournitures d'utilités.

La phase de recensement des potentiels de dangers liés au projet de SPV du Menez à Plougastel-Daoulas a été réalisée sur la base des informations mises à la disposition par l'exploitant lesquelles ont, au fur et à mesure, fait l'objet d'une analyse de la documentation / littérature disponible.

### 3.3.1. Généralités communes aux potentiels de dangers

L'une des premières démarches d'identification des potentiels de dangers (qu'il s'agisse des mélanges et substances fabriqués, utilisés, stockés ou des autres produits d'emballages et d'utilités) consiste à la connaissance des pictogrammes de dangers affichés sur les produits et revus dans le cadre du règlement CLP.

Notons que dans le cas des installations industrielles spécialisées dans le domaine de la valorisation des déchets, les déchets issus des produits conservent en majorité leurs potentiels de dangers.

Tableau 14 : Pictogrammes de dangers présentés par les produits issu du règlement CLP

<p>Dangers physiques</p>	<p><b>FAIT FLAMBER</b> Provoque ou aggrave un incendie, ou même provoque une explosion en présence de produits inflammables.</p> <p><b>EXPLOSE</b> Explose, suivant le cas, au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc, de frottements...</p> <p><b>FLAMBE</b> S'enflamme, suivant le cas, au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, de frottements, au contact de l'air ou au contact de l'eau si dégagement de gaz inflammables...</p> <p><b>SOUS PRESSION</b> Explose sous l'effet de la chaleur (gaz comprimés, gaz liquéfiés, gaz dissous). Cause des brûlures ou des blessures liées au froid (gaz liquéfiés réfrigérés).</p> <p><b>RONGE</b> Attaque ou détruit les métaux. Ronge la peau et/ou les yeux en cas de contact ou de projection.</p>
<p>Dangers pour la santé</p>	<p><b>ALERTE LA SANTE</b> Empoisonne à forte dose. Irrite la peau, les yeux et/ou les voies respiratoires. Provoque somnolence ou vertiges.</p> <p><b>TUE</b> Empoisonne rapidement, même à faible dose.</p> <p><b>NUIT GRAVEMENT A LA SANTE</b> Provoque le cancer. Modifie l'ADN. Nuit à la fertilité ou au fœtus. Altère le fonctionnement de certains organes. Mortel en cas d'ingestion puis de pénétration dans les voies respiratoires. Provoque des allergies respiratoires (asthme par exemple).</p>
<p>Dangers pour l'environnement</p>	<p><b>NUIT POLLUE</b> A des effets néfastes sur les organismes du milieu aquatique (poissons, crustacés, algues, autres plantes aquatiques...).</p>

Les produits utilisés dans le cadre de l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas seront stockés en respectant les possibles incompatibilités chimiques dont une matrice est proposée ci-dessous, et ce y compris en tenant compte des séparations des rétentions sur lesquels seront, le cas échéant, disposés ces produits.

Notons toutefois que l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas ne nécessitera pas l'emploi et donc pas le stockage de produits présentant des dangers particulièrement marqués dans de grandes quantités.


Figure 17 : Matrice d'incompatibilité

### 3.3.2. Potentiels de dangers liés aux déchets susceptibles d'être présents sur site

L'Unité de production d'énergie au CSR de SPV du Menez de Plougastel-Daoulas aura vocation de recevoir et de valoriser des combustibles solides de récupération.

Les principaux potentiels de dangers des CSR sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Synthèse des potentiels de danger des CSR sur le site

Déchets	Incendie	Explosion	Pollution
Combustible Solide de Récupération	Danger important	Danger nul (granulométrie et faible part de déchets organiques)	Néant (mélange de déchets non dangereux et non souillés)

Les potentiels de dangers des CSR concernent de manière majoritaire le risque d'incendie.

Les caractéristiques thermodynamiques des produits / déchets composant usuellement le CSR sont prédéfinies dans les logiciels de modélisations utilisés, notamment dans la méthode FLUMILOG employée.

### 3.3.3. Potentiels de dangers des mélanges / substances utilisés pour les procédés

Les procédés d'incinération au sein de la chaufferie des CSR ne nécessitera pas l'emploi de mélanges/ substances présentant des dangers.

Seul le grapin aura un moteur thermique fonctionnant au Gazole Non Routier.

In fine, aucun procédé ne nécessitera l'emploi de mélanges/substances présentant des potentiels de dangers.

L'Unité de valorisation du Combustible Solide de Récupération (CSR) nécessitera l'emploi de produits chimiques pour le traitement des gaz et des fumées avant rejets à l'atmosphère, dont les potentiels de dangers sont détaillés ci-après.

Tableau 16 : Synthèse des principaux potentiels de dangers de l'urée 40%

Désignation	Source de données	N°CAS	Pictogramme de dangers	Mentions de dangers	
Urée 40% en solution	YARA FDS 16/11/2018	57-13-6	/	/	
Aspect	Couleur Odeur	Etat physique à 20 °C	T° auto ignition	LIE	LSE
Liquide	Incolore Odeur légère d'ammoniac	Liquide	N/A	N/A	N/A

Tableau 17 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du SORBACAL® SP-AC

Désignation	Source de données	N°CAS	Pictogramme de dangers	Mentions de dangers
-------------	-------------------	-------	------------------------	---------------------

SORBACAL® SP-AC	LHOIST FDS 02/02/2018	/		H315 – Provoque une irritation cutanée	
				H318 – Provoque des lésions oculaires graves	
				H335 – Peut irriter les voies respiratoires	
				H350 – Peut provoquer le cancer (Système respiratoire)	
				H372 – Risque avéré d'effets graves pour le système respiratoire à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	
Aspect	Couleur Odeur	Etat physique à 20 °C	T° auto ignition	LIE	LSE
Granulé	Clair à Gris foncé Inodore	Solide	N/A	N/A	N/A

Tableau 18 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du Charbon Actif

Désignation	Source de données	N°CAS	Pictogramme de dangers	Mentions de dangers	
Charbon Actif	Chimie-Plus Laboratoires FDS 25/09/2013	7440-44-0	/	/	
Aspect	Couleur Odeur	Etat physique à 20 °C	T° auto ignition	LIE	LSE
Poudre	/	Solide	N/A	N/A	N/A

### 3.3.4. Potentiels de dangers des utilités

La fourniture énergétique d'une partie des équipements impliqués dans les procédés de manutention des CSR (grapin) au sein du site d'étude requiert le stockage et l'utilisation de carburants notamment de gazole non routier pour les engins à moteur thermique et de fioul.

Les potentiels de dangers de ces deux carburants utilisés pour les utilités sont communs et détaillés ci-après.

Tableau 19 : Synthèse des principaux potentiels de dangers du gazole non routier et du fioul

Désignation	Source de données	N°CAS	Pictogramme de dangers	Mentions de dangers	
GNR ou FOD	FDS TOTAL 16/11/2011	Mélange		H226 - Liquide et vapeurs inflammables	
				H304 - Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires	
				H315 - Provoque une irritation cutanée	
				H332 - Nocif par inhalation	
				H351 - Susceptible de provoquer le cancer	
				H373 - Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	
H411 - Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme					
Aspect	Couleur Odeur	Etat physique à 20 °C	T° auto ignition	LIE	LSE
Limpide	Rouge Caractéristique	Liquide	250°C	0,5 %	5 %

### 3.3.5. Potentiels de dangers des produits d'entretien et de maintenance

En vue de procéder à l'entretien et à la maintenance « courante » des équipements et des engins présents sur le site, des produits seront détenus en très faibles quantités dans les conditions de sécurité prescrites par le fournisseur / fabricant.

L'analyse des mentions de dangers de ces produits, d'usage courant, indique des risques liés à leur caractère inflammable (H225 et 226 et H242), à leur caractère toxique pour les organismes aquatiques (H400 / 410 / 411), à leur mise sous pression en aérosols (H222 / 223 / 224).

Toutefois les conditions de détention de ces produits et les quantités stockées (de l'ordre de la dizaine de kilos) réduisent très fortement les dangers associés.

### 3.3.6. Dangers liés aux procédés et aux installations associées

L'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas consistera à la mise en œuvre une unité de valorisation énergétique des combustibles solides de récupération (CSR). Le fonctionnement de cette installation est détaillé dans la PJ46.

Comme toute installation de combustion, elle présente des risques liés à son mode de fonctionnement intrinsèque. Pour l'identification de ceux-ci, le référentiel de l'INERIS « Guide pour la prise en compte des chaudières industrielles dans la rédaction d'une étude de dangers » a été utilisé.

En effet, bien que ce guide ne s'intéresse pas spécifiquement aux installations de combustion mettant en œuvre des combustibles solides, certains potentiels de dangers sont communs à toutes les installations de combustion. Pour la prise en compte du combustible mis en œuvre, l'étude se base sur le guide Ω14 « Sécurité des procédés mettant en œuvre des pulvérulents combustibles ».

L'analyse a également été menée par rapport aux caractéristiques propres de l'installation de combustion détaillées dans la documentation technique fournie par le concepteur.

Tout d'abord, la chambre de combustion, lieu où le combustible est élevé à une température très importante afin de valoriser la chaleur des gaz émis à cette occasion, peut générer des dérives de procédé :

- augmentation de la température dans la chambre de combustion jusqu'à l'emballement non maîtrisé,
- accumulation de gaz inflammable destiné au fonctionnement du brûleur de démarrage dans la chambre.

Le risque d'accumulation de fumées et gaz contenant des « imbrûlés » ne sera pas considéré davantage étant donné qu'en cas d'arrêt de l'unité de combustion, les brûleurs de démarrage prennent le relais afin d'assurer une combustion complète de tout le combustible présent à la température normale d'utilisation.

Ensuite le tambour, qui permet de réceptionner le mélange eau/vapeur peut également être le siège d'une explosion pouvant être liée à une augmentation de la pression non maîtrisée.

Le réservoir d'air comprimé peut être le siège d'une explosion également en cas d'augmentation de la pression non maîtrisée.

La nature même du CSR peut entraîner un départ de feu au niveau de son stockage (auto-échauffement, explosion de poussière au niveau du ciel du silo, remontée d'éléments enflammés depuis la chambre de combustion) ou lors de son convoyage vers la chambre de combustion (frottement mécanique, auto-échauffement). A ce sujet, l'INERIS propose dans son guide Ω11 une analyse du phénomène d'auto-échauffement et les mesures pour s'en prémunir, en particulier pour les enceintes fermées (chapitre 5.1.3). Le Guide de l'état de l'art sur les silos, version 3, publié en 2008 par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire est également une référence à considérer pour l'étude des dangers liés au stockage en silo.

La figure ci-dessous, présente la fiche des combustibles de substitution proposée sur la base de données GESTIS-CARATEX :

**Données complètes sur le produit:**

**Combustible de substitution ( + 5885)**

Critère			
→ Granulométrie <500 µm [% pondéral]	83		
→ Granulométrie <250 µm [% pondéral]	80	100	
→ Granulométrie <125 µm [% pondéral]	70		
→ Granulométrie <63 µm [% pondéral]	65		100
→ Granulométrie <32 µm [% pondéral]	25		
→ Médiane [µm]	50	<50	<50
→ Humidité [% pondéral]	6,0	1,7	1,7
→ Limite inf. d'explosivité [g/m <sup>3</sup> ]			100
→ Classe d'explosivité			St 1
→ Classe de combustibilité BZ		4	

La première colonne des résultats indique l'état dans lequel l'échantillon a été livré (répartition granulométrique et humidité) et les résultats des tests de combustibilité et d'explosivité réalisés sur l'échantillon tel que livré.

Lorsque des tests ont été réalisés sur l'échantillon dans un état différent de celui fourni, les caractéristiques du produit et les résultats des tests figurent dans une nouvelle colonne.

Le plus grand soin est apporté à l'établissement et à la maintenance des données. Toutefois, aucune responsabilité d'aucune sorte ne saurait être engagée du fait de la mise à disposition des données figurant '+' dans la présente base de données (voir à ce sujet → [les limites d'applicabilité](#)).

Figure 18 : Fiche "Combustible de substitution" issue de la base de données GESTIS-CARATEX

Des essais de granulométrie sur différents échantillons de CSR (selon leur origine) ont été réalisés.

Tableau 20 : Résultats des essais de granulométrie de deux échantillons de CSR (origine différente)

Echantillon	Masse de l'échantillon (g)	% de l'échantillon < 500 µm
Echantillon n°1	1933,00	0,36
Echantillon n°2	412,18	23,82

Dans les deux cas, la granulométrie des échantillons de CSR est relativement éloignée de la granulométrie du CSR définie dans la base de données GESTIS-CARATEX (davantage pour l'échantillon n°1 que pour l'échantillon n°2).

Le temps de séjour du CSR dans le stockage est censé être relativement court (d'une journée à quelques jours) étant donné le fonctionnement en continue de l'unité de combustion ; cela permettra d'éviter la dégradation du CSR lors de son stockage.

Etant donné ces considérations, le scénario impliquant une explosion de nuage de poussière de CSR dans le stockage sera exclu de la présente étude.

Le propane utilisé pour l'alimentation du brûleur de démarrage présente un potentiel de danger important du fait de son stockage (éclatement réservoir) et/ou de son transport (fuite sur une tuyauterie).

Par ailleurs, il ne sera pas considéré de scénario d'explosion de poussières issues des systèmes de dépoussiérage des fumées de combustion étant donné que ces poussières sont, par principe, incombustibles (combustion totale ou quasi-totale de la part organique).

Enfin, un dysfonctionnement du système de traitement des gaz et fumées peut entraîner le rejet de substances potentiellement toxiques pour la santé humaine.

Ainsi, les potentiels de dangers redoutés liés au fonctionnement de l'unité de valorisation du CSR sont résumés ci-dessous.

Tableau 21 : Synthèse des potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'unité de valorisation du CSR

Équipement concerné	Mode de fonctionnement	Phénomène dangereux redouté
Chambre de combustion	En fonctionnement normal	Emballement de la combustion non maîtrisée (incendie)
Chambre de combustion	Au démarrage	Accumulation de propane dans la chambre de combustion (VCE)
Tambour supérieur	En fonctionnement normal	Surpression dans le tambour conduisant à son explosion
Réservoir propane	En fonctionnement normal	Explosion du réservoir de propane suite à une défaillance intrinsèque ou un choc (BLEVE)
Réservoir propane	En fonctionnement normal	Ignition retardée d'un nuage de propane consécutif à une fuite de celui-ci (UVCE)
Tuyauterie d'alimentation du brûleur en propane	Au démarrage	Brèche ou rupture guillotine de la tuyauterie d'alimentation en propane (jet enflammé ou UVCE)
Capacité de stockage du CSR	En fonctionnement normal	Départ de feu dans la capacité de stockage dû à un auto-échauffement (incendie)
Tapis de convoyage du CSR	En fonctionnement normal	Départ de feu sur le tapis de convoyage dû au frottement mécanique ou un auto-échauffement (incendie)
Vis de reprise du CSR	En fonctionnement normal	Départ de feu sur la vis de reprise dû à un frottement métallique ou un auto-échauffement (incendie)
Réservoir d'air comprimé	En fonctionnement normal	Explosion du réservoir d'air comprimé due à une surpression
Installation de traitement des gaz et fumées	Mode dégradé	Rejet de substances toxiques pour la santé humaine par la cheminée

A ces potentiels de dangers identifiés, il faut ajouter ceux liés au stockage des produits nécessaires à son fonctionnement pris en compte au paragraphe précédent (urée, chaux, charbon actif). Notons toutefois que ces produits ne présentent pas de potentiel de danger significatifs comme détaillé précédemment.

### 3.3.7. Dangers liés aux interventions des personnels

La réalisation des procédés mis en œuvre nécessitera le recours à de la main d'œuvre humaine interne à la société ou d'intervenants extérieurs. Ces « travaux » sont susceptibles d'être à l'origine de dangers dans le cadre de l'exploitation.

### 3.3.7.1. *Dangers liés aux postes de travail fixes*

Les procédés réalisés sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas consisteront à une « simple » manutention des déchets ne présentant pas de dangers particuliers supplémentaires par rapport aux potentiels de dangers desdits déchets.

Lors de la réalisation de ces procédés par les équipes internes, l'erreur et/ou la défaillance humaine peut en elle-même être considérée comme une source de danger à part entière.

Comme cela sera présenté dans l'accidentologie, objet du titre suivant, la source de danger que représente le facteur humain arrive en tête et ne doit pas seulement être limitée à l'intervention source de l'accident mais doit être envisagée sous le prisme de l'organisation générale de la structure (consignes/formation).

En effet, le facteur humain est une source de danger quand les comportements se traduisent par :

- Des erreurs individuelles directes notamment à la suite d'une prise de risque consciente ou non ou encore d'une transgression des consignes.
- Des défaillances organisationnelles qui sont à l'origine d'une mauvaise appréciation du poste du travail et de la mise en danger qui l'accompagnent avec parfois une difficulté de perception de l'information pour la prise de décision et une déresponsabilisation de l'employé face aux dangers par un manque de culture « sécurité ».

Ainsi, pour le facteur humain, la formation et la sensibilisation à la sécurité est une donnée cruciale tant à l'embauche que lors d'une modification et de l'évolution du poste, mais aussi au cours de la vie quotidienne au sein de l'entreprise par le recyclage des données initiales acquises.

### 3.3.7.2. *Dangers liés aux phases démarrage/arrêt*

Certains procédés présentent des risques particuliers lors de leurs phases de démarrage et d'arrêt notamment lorsqu'une montée/descente en température est nécessaire ou lorsqu'une réaction doit être initiée/inhibée.

L'unité de valorisation du CSR peut présenter des dangers particuliers liés à ces phases de démarrage/arrêt. Ces éléments ont été recensés au paragraphe 3.3.6. Il s'agit essentiellement de l'utilisation du propane pour l'alimentation du brûleur de démarrage.

### 3.3.7.3. *Dangers liés aux interventions de maintenance*

Les opérations de maintenance, lorsqu'elles sont réalisées en internes (les opérations d'entreprises extérieures sont envisagées ci-après) représentent une phase particulière de l'exploitation.

Les maintenances préventives et correctives des équipements peuvent être envisagées de façon différente.

La première étant « prévue » elle fait l'objet d'une attention et d'un encadrement sécurité particulier. Lors de la seconde des interventions inadaptées peuvent intervenir en cas de « mise en conditions stressantes » et/ou de précipitations.

Dans un cas comme dans l'autre, la maintenance doit être assurée sous une responsabilité qui doit envisager en premier lieu les compétences requises pour réaliser la tâche. En cas d'absence de ressources internes, l'appel à des sociétés spécialisées externes est envisagé.

Ces interventions doivent être encadrées par des consignes et des protocoles : permis de feu, permis d'intervention, travail en espace confiné, habilitation électrique, travail en hauteur, etc.

Enfin une intervention doit toujours faire l'objet d'une validation en fin de travaux et si nécessaire en plusieurs phases, notamment dans le cadre des travaux par points chauds pouvant entraîner un feu couvant.

### 3.3.7.4. Risques liés aux interventions d'entreprises extérieures

L'intervention d'entreprises extérieures doit être particulièrement « surveillée » au regard de la différence de « culture sécurité » pouvant être constatée.

Ainsi, toute intervention d'entreprises extérieures doit se faire sous l'autorité d'une personne interne compétente, et faire l'objet d'un plan de prévention indiquant une brève présentation du site, notamment les règles de circulation internes, et un recensement exhaustif des risques inhérents à l'intervention extérieure. Le personnel interne à l'établissement doit être informé de la présence d'une intervention, a minima lorsque celle-ci se situe dans son secteur.

Des mesures de prévention adaptées doivent le cas échéant être mises en œuvre pour garantir la sécurité globale « interne - externe » aussi bien des installations que du personnel.

### 3.3.8. Dangers liés à la formation d'atmosphère explosive

L'explosion est une combustion quasiment instantanée qui provoque un effet de souffle accompagné de flammes et de chaleur et survient après la formation d'une atmosphère explosive (ATEX).

Cette atmosphère explosive « ATEX » résulte d'un mélange avec l'air de substances combustibles qu'elles soient particulières (par exemple farine, poussières de bois) ou gazeuses (par exemple vapeurs de solvants) dans des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion.

La prévention du risque d'explosion est une obligation de l'employeur (que l'établissement soit ICPE ou non) et doit être initiée le plus en amont possible dès la conception et l'implantation des installations.

Les principales étapes visant à éviter ou limiter le risque d'explosion consistent à :

- Empêcher la formation d'une atmosphère explosive.
- Éviter son inflammation.
- Atténuer les effets de l'explosion.

La prévention du risque d'explosion fait l'objet d'une réglementation spécifique, dite réglementation ATEX, que l'employeur doit appliquer dans son entreprise avec en premier lieu une identification des zones dans lesquelles « une atmosphère explosive est susceptible de se former ».

Cette réglementation ATEX est adossée au Code du Travail et non au Code de l'Environnement. Malgré cela, dans le cadre de la présente identification des potentiels de danger, un pré-zonage « ATEX » du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est proposée dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Pré-zonage ATEX de principe du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas

Caractéristiques	Zone	Pré-zonage de principe du site d'étude
Atmosphère explosive en permanence ou pendant de longues périodes et ce en fonctionnement normal	Zone 0 : gaz et vapeurs	-
	Zone 20 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former occasionnellement et en fonctionnement normal	Zone 1 : gaz et vapeurs	-
	Zone 21 : poussières	-

Caractéristiques	Zone	Pré-zonage de principe du site d'étude
Atmosphère explosive pouvant se former accidentellement en cas de dysfonctionnement de l'installation ou alors en fonctionnement normal pendant de très courtes durées	Zone 2 : gaz et vapeurs	- Zone autour des tuyauteries pour l'alimentation des brûleurs de démarrage de l'unité de valorisation des CSR
	Zone 22 : poussières	-

Ce pré-zonage est proposé à la seule fin d'identification des potentiels de dangers et sera formalisé par SPV du Menez dans le cadre des dispositions du Code du Travail au travers d'une étude de zonage ATEX ainsi que qu'un DRPCE (en phase conception de l'unité).

### 3.3.9. Dangers liés à la perte des utilités

Les utilités mises en œuvre sur le site SPV du Menez concerneront principalement la distribution électrique, d'eau de réseau, et la fourniture d'autres sources d'énergies (GNR, Gazole, etc.).

La perte de ces utilités aurait des conséquences différentes en termes de dangers.

En cas de rupture de stock de GNR ou de Gazole, les engins de manutention fonctionnant à cette énergie ne seraient plus utilisables sans que cela n'engage de dangers particuliers.

Concernant l'unité de valorisation du CSR, la perte des énergies signifierait un arrêt de l'alimentation en CSR. L'extraction des fumées s'arrêteraient de même que leur traitement.

La perte de la distribution d'eau n'engendrerait pour sa part pas d'arrêt des procédés qui n'en sont pas consommateur. Cette perte entrainerait par contre l'arrêt de l'alimentation des poteaux incendie extérieurs et internes ce qui se traduirait par une perte d'un des moyens d'intervention en cas d'incendie. Toutefois une ressource statique d'eau est disponible pour venir suppléer, en partie, cette perte de la ressource en eau d'extinction.

## 3.4. Synthèse de l'identification/caractérisation des potentiels de dangers

L'identification et la caractérisation des potentiels de dangers, menées tout au long de ce titre, permettent de constater plusieurs éléments majeurs.

Le cadre naturel du terrain du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas ne soumet pas les installations internes à un risque majeur prévisible, et ainsi la majorité, si ce n'est la totalité, des phénomènes de dangers « naturels » peuvent être écartés comme potentiels de dangers.

Les activités humaines autour du terrain du projet SPV du Menez ne présentent pas non plus de potentiels de dangers marqués susceptibles d'avoir de conséquence sur les installations internes. Seuls les actes de malveillance, qui demeurent malgré toutes les mesures envisageables difficiles à éradiquer de façon certaine, semblent représenter un potentiel de dangers.

Ainsi, les potentiels de dangers externes à l'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas ne le soumettront pas à un danger important.

L'identification et la caractérisation des potentiels de dangers en lien avec l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas indiquent que les principaux dangers concernent :

- le potentiel combustible des Combustibles Solides de Récupération;
- les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'unité de valorisation des CSR : incendie, explosion, et/ou rejets toxiques.
- Le potentiel de dangers du gaz servant à la montée et au maintien en température de la combustion.

Cet important travail d'identification et de caractérisation a servi de base pour l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) proposée dans la suite de l'Etude de Dangers avec l'analyse du retour d'expérience.

Ce travail a permis de réaliser une synthèse cartographique des potentiels de dangers associés au projet de la société SPV du Menez présentée sur un extrait de plan de masse sur la figure en page suivante.

Concernant les agresseurs extérieurs à l'établissement, ils ont fait l'objet de plusieurs cartographies par aléas présentées précédemment.

Ces principaux potentiels de dangers internes au site sont illustrés sur la figure suivante.



### 3.5. Démarche de réduction des potentiels de dangers « à la source »

Une fois le travail d'identification et de caractérisation des potentiels de dangers, internes et externes réalisé, une démarche visant à les réduire à la source se doit d'être menée avant d'envisager leurs effets.

Cette étape devra permettre de n'examiner par la suite que les potentiels de dangers qui n'ont pas pu être réduits ou supprimés lors de cette étape. Pour ce faire, la réduction des potentiels de dangers (telle que propose de le faire l'INERIS) passe par l'application de quatre principes fondamentaux.

Tableau 23 : Principes fondamentaux de réduction des potentiels de dangers à la source

Principe		Démarche
<b>Substitution</b>	→	Substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux
<b>Intensification</b>	→	Intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre
<b>Atténuation</b>	→	Définir des conditions opératoires ou de stockage moins dangereuses
<b>Limitation des effets</b>	→	Concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel

Dans le cas du projet de la société SPV du Menez à Plougastel-Daoulas, la démarche de réduction du risque a été réalisée de la façon suivante.

Tableau 24 : Démarches menées dans le cadre du projet en matière de réduction des potentiels de dangers à la source

Principe		Démarche spécifiquement menée dans le cadre du projet
<b>Substitution</b>	→	<p>Les déchets admissibles sur le site sont de nature courante et sont associés aux activités qui y seront mises en œuvre. Ces déchets présentent majoritairement un danger lié à leur combustibilité.</p> <p>La part des déchets dangereux sera faible et, pour ces déchets, aucun procédé actif (traitement) ne sera réalisé (simple transit).</p> <p>Aucun levier n'existe pour abaisser le niveau de risque des déchets présents sur le site par leur substitution.</p> <p>Les produits dangereux utilisés (GNR/Gazole) seront strictement liés aux utilités et à certains procédés ponctuels et ne peuvent pas être substitués.</p>
<b>Intensification</b>	→	<p>Les volumes de déchets présentant des risques notamment du fait de la combustibilité au sein du site sont réduits aux nécessités d'exploitation.</p> <p>Ces nécessités intègrent principalement la constitution de « lots entiers » afin de rationaliser les opérations d'évacuation.</p> <p>L'intensification des évacuations « à vide » ou « à moitié pleines » met en question la rentabilité économique, aussi bien qu'environnementale liée à la logistique et les risques d'accident routier.</p> <p>Ces capacités sont celles demandées dans le cadre de l'autorisation ICPE, et analysées de la présente étude de dangers (notamment en termes d'effets des phénomènes dangereux).</p>

Principe		Démarche spécifiquement menée dans le cadre du projet
<b>Atténuation</b>	→	<p>Aucun procédé ne nécessitera des conditions de réalisation contrainte.</p> <p>Les opérations de valorisation par tri / préparation tout comme les opérations d'entreposage se feront aux conditions ambiantes qui sont adaptées pour ces procédés mécanisés.</p>
<b>Limitation des effets</b>	→	<p>Concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'imperméabilisation de l'intégralité des surfaces d'exploitation par de l'enrobé et/ou du béton et notamment sur les voiries et dans le bâtiment de la chaufferie.</li> <li>- La pose de structure coupe-feu en limite séparatives des zones d'entreposage des déchets pour, le cas échéant, circonscrire le feu au seul stockage où il se déclare et ainsi éviter ou réduire les effets dominos de l'incendie.</li> <li>- La prise en compte de dispositions structurelles pour le bâtiment process toujours dans le même objectif de circonscrire un éventuel départ de feu à un secteur le plus restrictif possible et ainsi éviter ou réduire les effets dominos de l'incendie.</li> </ul> <p>Cette conception « à la source » concerne bien d'autres domaines et notamment les voiries (largeur, aires de manœuvre, visibilité), les réseaux, etc.</p>

## 4. ACCIDENTOLOGIE SECTORIELLE ET PARTICULIERE

---

### 4.1. Présentation de la démarche

Cette partie de l'Etude de Dangers doit permettre l'identification et l'exploitation des incidents/accidents déjà recensés sur des installations similaires.

Cette analyse permettra de confirmer ou de préciser les potentiels de dangers identifiés dans le chapitre précédent, et donnera une première approche des scénarios d'accidents susceptibles de se produire et leurs causes lorsqu'elle ont pu être identifiées.

Cette partie est également venue alimenter les réflexions du groupe de travail constitué pour la réalisation de la présente Etude de Dangers.

L'accidentologie interne, lorsqu'elle existe sera d'autant plus intéressante qu'elle aura permis l'identification et la mise en place de mesures spécifiques prises suite à(aux) l'événement(s). Cette analyse sera menée en mettant en avant le degré de similitude des installations citées dans l'accidentologie et celles du site d'étude. Les mesures de sécurité prises à la suite en seront d'autant plus adaptées.

Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (rattaché à la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du ministère de l'environnement), plus communément appelé BARPI recueille et analyse les informations sur les accidents technologiques et les synthétise sur une base de données dénommée ARIA pour Analyse, Recherche et Information sur les Accidents technologiques.

Cette base de données intègre plus de 48 000 accidents dont environ 6 550 survenus à l'étranger, à partir des rapports des services de secours ou de contrôle mais aussi de la presse, et met en ligne les résumés des accidents enregistrés et les analyses qu'il réalise sur la base du retour d'expérience.

Les informations contenues dans les points suivants proviennent de cette base de données.

### 4.2. Accidentologie générale et sectorielle

#### 4.2.1. *Synthèse de l'inventaire des incidents et accidents technologiques survenus en 2023 : BARPI*

Comme chaque année, le BARPI a publié une synthèse des « incidents et accidents technologiques » survenus en 2023 qui propose, pour cette édition, une analyse synthétique quantitative et qualitative des accidents technologiques.

Cette synthèse, éditée depuis 2017, concerne en premier lieu les installations classées ICPE, en distinguant les établissements relevant ou non de la Directive SEVESO, et propose des focus et bilans thématiques. De manière parallèle, le BARPI a publié des publications « structurantes » relative, pour l'année considérée, aux activités de culture et de production animale (ayant contribué à la modification des arrêtés ministériels associés) et relative aux incendies dans le domaine d'activité du traitement de surface.

De manière générale, l'accidentologie en 2023 est stable en ce qui concerne les accidents et en légère progression en ce qui concerne les incidents, qui s'explique principalement par une meilleure remontée d'information au BARPI ces dernières années.

Concernant cette remontée d'informations, une téléprocédure est en cours de développement pour que les exploitants puissent déclarer les incidents et accidents, et transmettre leurs rapports d'accident de façon

dématérialisée à l'inspection des installations classées. Cette évolution permettra d'améliorer encore la collecte et l'analyse des incidents et accidents. Une phase de test est prévue courant 2025, la généralisation de la télédéclaration est prévue le 1er janvier 2026.

L'année 2023 a été marquée par de violentes tempêtes ayant eu des conséquences très importantes pour les citoyens sans générer d'accidents industriels notables.

En 2023, une action nationale de l'inspection des installations classées, intitulée « Accidentologie dans les Seveso », a permis de vérifier, dans une centaine d'établissements, l'organisation mise en place pour collecter et analyser les événements, dans un objectif d'amélioration de la sécurité des sites Seveso.

En synthèse de l'accidentologie survenue en 2023 (sur le périmètre des ICPE + canalisations de transport de matières dangereuses / gaz et de distribution de vapeur + transport de matières dangereuses par route / rail / mer / voie fluviale + activités du sol et du sous-sol (carrières, mines) + stockages souterrains + pollutions des eaux + utilisation du gaz + ouvrages hydrauliques + appareils à pression), la répartition des événements technologiques survenus en France, selon ces principaux domaines d'activité) est la suivante.

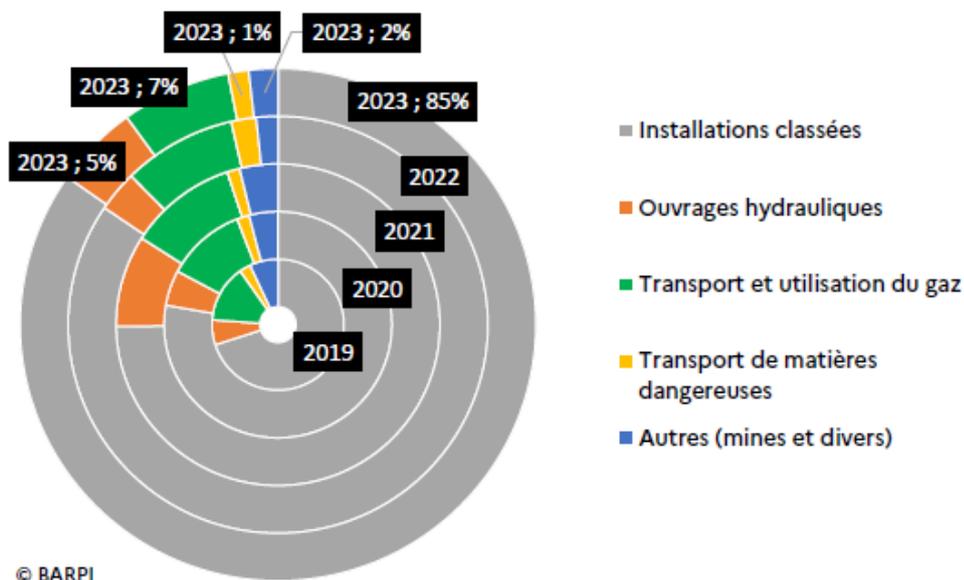


Figure 20 : Répartition des incidents / accidents technologiques en France en 2023 par domaines d'activités (synthèse du BARPI)

Cette synthèse propose également :

- Les chiffres clefs de l'accidentologie générale des ICPE, l'analyse par secteurs d'activités, les causes et conséquences, et les faits marquants.
- Un focus sur les conséquences des tempêtes automnales.
- Un focus sur les batteries au lithium.
- Un focus sur les risques associés au sulfure d'hydrogène dans l'agroalimentaire.
- Un focus sur les installations de traitement de déchets.
- Un focus sur l'accidentologie des silos.
- Un focus sur le secteur de la chimie.
- Des bilans thématiques sur les appareils et canalisations sous pression, et les ouvrages hydrauliques.

Concernant les installations classées, les événements rapportés au BARPI regroupent à la fois :

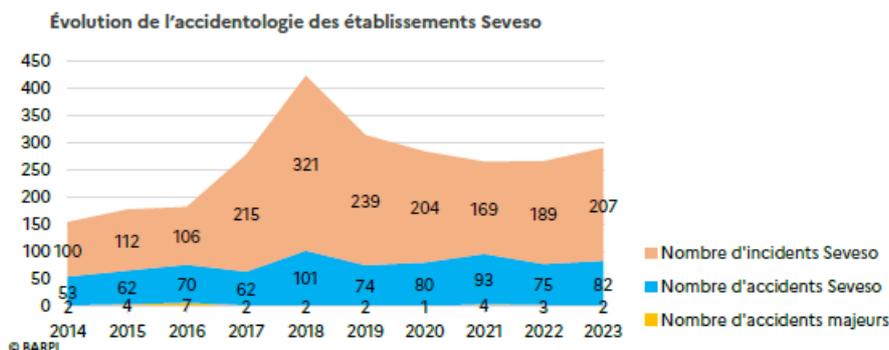
- Les accidents majeurs devant être notifiés à la Commission européenne au titre de la Directive 2012/18/UE, en d'autres termes les accidents survenus au sein des établissements SEVESO.
- Les accidents qui se définissent comme les événements qui ont portés atteintes aux intérêts protégés par le Code de l'Environnement.
- Les incidents qui sont les événements qui auraient pu, dans d'autres circonstances, porter atteinte aux intérêts suscités.

Ce recensement ne peut se prévaloir comme totalement exhaustif, d'autant plus pour les incidents. Toutefois pour les accidents il est possible de considérer qu'ils font quasi intégralement l'objet d'une remontée d'informations.

Le nombre d'accidents enregistré est stable ces dernières années, de l'ordre de 400 accidents par an dans les ICPE, dont environ 80 sur des sites Seveso. La collecte des incidents est de plus en plus intéressante et explique la nette augmentation du recensement avec 840 incidents en ICPE en 2023, pour 400 collectés il y a dix ans.

Les évolutions de l'accidentologie des établissements SEVESO et des ICPE – Non SEVESO apparaissent respectivement sur le double graphique suivant.

### Accidentologie des établissements Seveso



### Accidentologie ICPE hors établissements Seveso

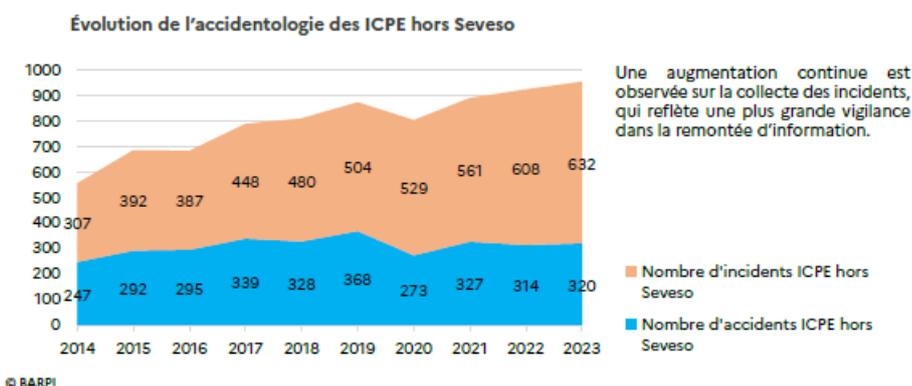


Figure 21 : Evolutions de l'accidentologie des établissements SEVESO et des ICPE – non SEVESO (synthèse du BARPI)

Dans le détail, ces évènements sont inégalement répartis entre les différents secteurs d'activités.

Comme chaque année, les secteurs des déchets et des eaux usées, de l'agroalimentaire, de l'industrie chimique et pharmaceutique, de la métallurgie et de l'agriculture ressortent comme les principaux contributeurs en matière d'accidents. Ces accidents sont relativement stables dans ces secteurs d'activités.

## Analyse par secteur d'activité

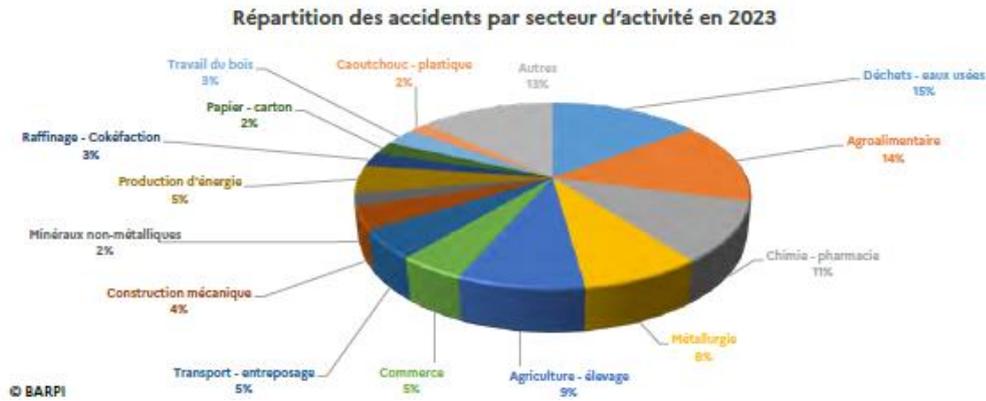


Figure 22 : Répartition des accidents par secteur d'activités en 2023 (synthèse du BARPI)

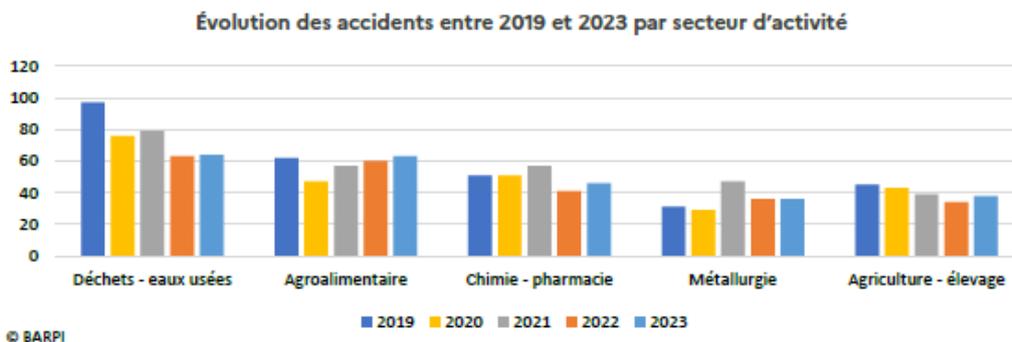


Figure 23 : Evolution des accidents entre 2019 et 2023 pour les principaux secteurs d'activités (synthèse du BARPI)

Notons toutefois que cette répartition est à mettre en relation avec le nombre d'ICPE exploitées dans ces secteurs.

Parmi les trois phénomènes les plus fréquents, les rejets de matières dangereuses constituent le phénomène prépondérant des accidents en 2023 avec 73 % des cas (comme en 2022), suivi des incendies dans 45 % des cas (contre 48 % en 2022). La répartition des phénomènes dangereux des accidents par secteurs d'activités est illustrée sur la figure suivante.

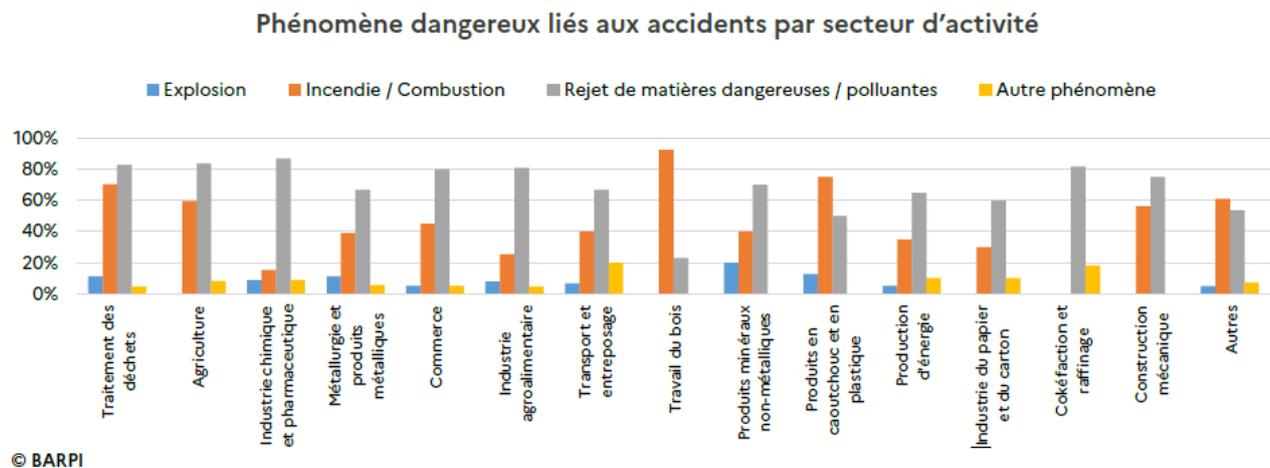


Figure 24 : Répartition des phénomènes dangereux en cause dans l'accidentologie par secteurs d'activités (synthèse du BARPI)

Ainsi, dans le secteur des déchets, les rejets de matières dangereuses et les incendies représentent la quasi-totalité des phénomènes dangereux lors des accidents.

Ces accidents ont causé des pertes financières dans environ 75 % des accidents en 2023, des conséquences environnementales dans 68 % des accidents, avec des impacts sur l'air et sur l'eau chacun environ un tiers des accidents, et des conséquences humaines dans environ 25 % des accidents.

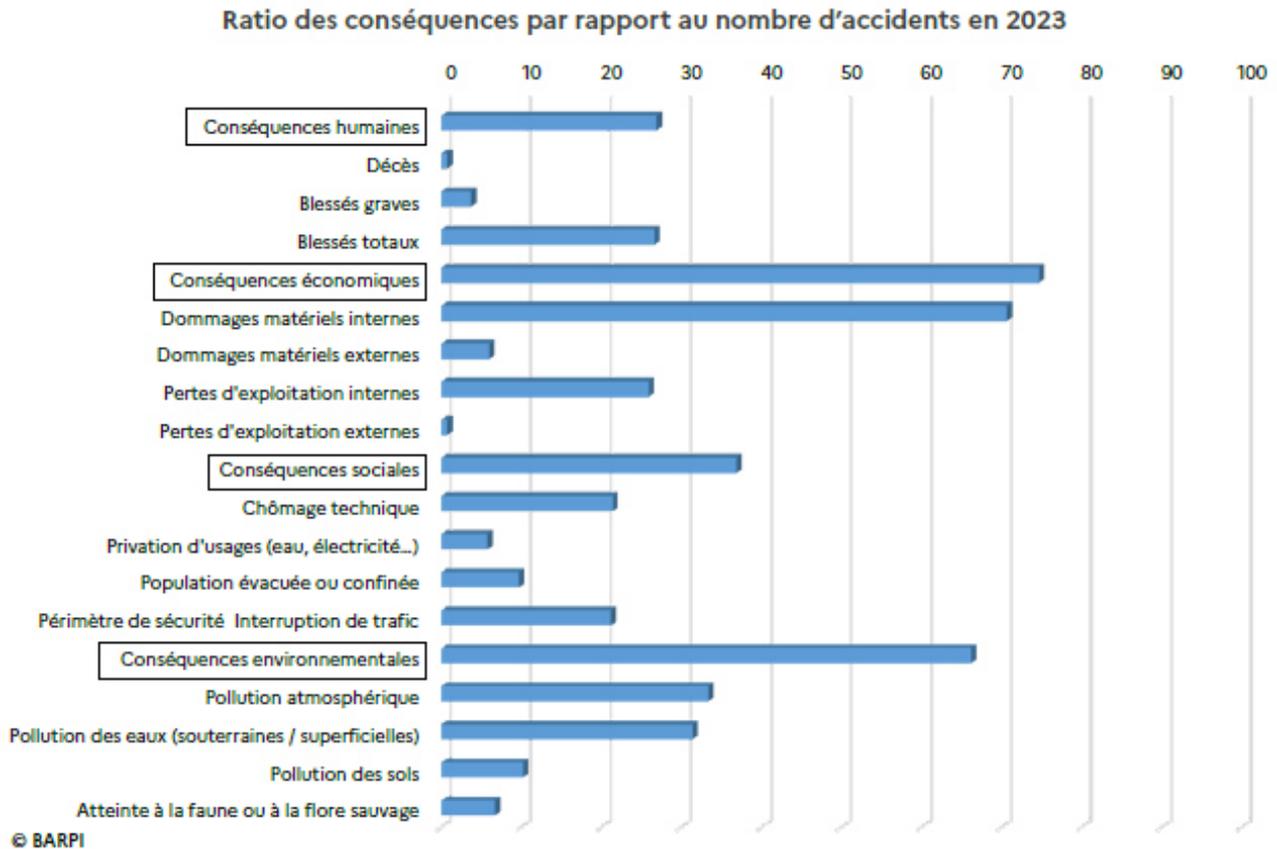


Figure 25 : Ratio des conséquences par rapport au nombre d'accidents (humains, économiques, sociales, environnementales) en 2023 (synthèse du BARPI)

L'analyse des accidents fait l'objet d'investigations itératives pour déterminer les perturbations (ou causes premières) et les causes profondes.

Seules les analyses en profondeur des événements permettent de définir des mesures qui seront de nature à corriger durablement la situation et, si les circonstances l'exigent, à faire évoluer la réglementation.

L'investigation peut ainsi faire apparaître des perturbations (ou causes premières) et des causes profondes.

Les perturbations désignent les défaillances directes qui ont contribué à l'événement, tandis que les causes profondes, situées en amont des causes apparentes, sont des dysfonctionnements du système sociotechnique dans lequel s'est déroulé l'accident.

Le contexte de survenue de l'accident est important à mettre en évidence : temporalité (jour, nuit, semaine, week-end...), fonctionnement de l'exploitation (arrêt, redémarrage, nouvelle production, surcharge d'activité...), fonctionnement des équipes (habituel, absence, formation, relève...) et autres éléments participant au contexte.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution, depuis 10 ans, du taux de connaissance des perturbations.

**Taux de connaissance des perturbations avérées dans les accidents en ICPE (en %)**



Figure 26 : Evolution du taux de connaissance des perturbations avérées dans les accidents en ICPE (en %) (synthèse du BARPI)

Le taux de connaissance des perturbations des accidents est en constante évolution avec une connaissance dans 70 % des cas en 2023 en recul par rapport aux 2 années précédentes mais en nette amélioration depuis 10 ans.

Le taux de connaissance des causes profondes s'établit pour sa part à 30 % pour les accidents survenus dans les ICPE en 2023 (contre 39 % en 2022), regroupant différentes familles de défaillances illustrées ci-dessous.

**Répartition des causes en % sur les accidents avec cause connue ou supposée**

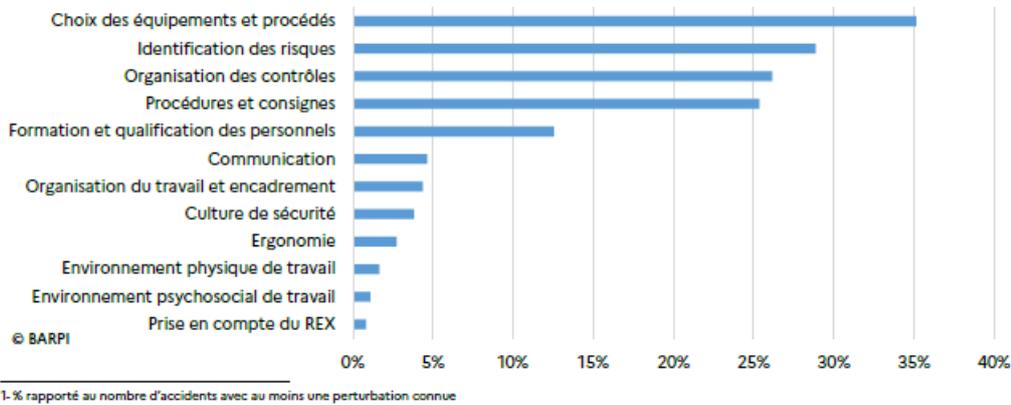


Figure 27 : Répartition des causes profondes connues dans les accidents de 2022 (synthèse du BARPI)

Ces éléments constituent la synthèse de l'analyse de l'accidentologie « générale » établie par le BARPI pour les événements survenus en 2023.

Comme cela a été vu en préambule, la synthèse du BARPI propose ensuite des focus qui, pour l'année 2023, s'intitulent de la manière suivante :

- NaTech : 2023, une année marquée par les tempêtes automnales en France métropolitaine.
- Batteries au lithium : des défis à relever.
- Les risques associés au sulfure d'hydrogène dans l'agro-alimentaire.

- Les installations de traitement de déchets : un poids lourd dans l'accidentologie industrielle.
- L'accidentologie des silos : la vigilance est toujours nécessaire.
- Chimie.

#### 4.2.1. *Accidentologie sectorielle : installation de valorisation énergétique des déchets*

En complément de la synthèse annuelle présentée précédemment, le BARPI a publié en mai 2021 une synthèse de l'accidentologie du secteur des déchets sur la période 2017 à 2019.

Notons dès à présent que SPV du Menez n'a pas vocation à s'intégrer dans le secteur de la gestion des déchets au travers de son projet d'Unité de production d'énergie au CSR. Toutefois le combustible utilisé et le mode de valorisation présenteront des points communs avec les installations de valorisation des déchets, à mi-chemin des installations de combustion. Ainsi une synthèse de l'accidentologie « déchets » puisque intégrant la partie « valorisation thermique » est proposée.

Le BARPI regroupe 10 412 évènements entre 2010 et 2019 (en ICPE) dont 1 693 concernent le secteur d'activité des déchets NAF 38. Les évènements accidentels dans ce secteur sont en constante augmentation, bien que aucun accident majeur ne soit enregistré entre 2010 et 2019.

La plupart de ces évènements se sont traduits par des conséquences économiques, et dans une moindre mesure par des conséquences sociales / environnementales, les conséquences humaines étant en baisse.

La conséquence première de ces évènements accidentels est l'incendie suivie de rejets de matières dangereuses / polluantes, de l'explosion et d'autres phénomènes comme le montre la figure suivante.

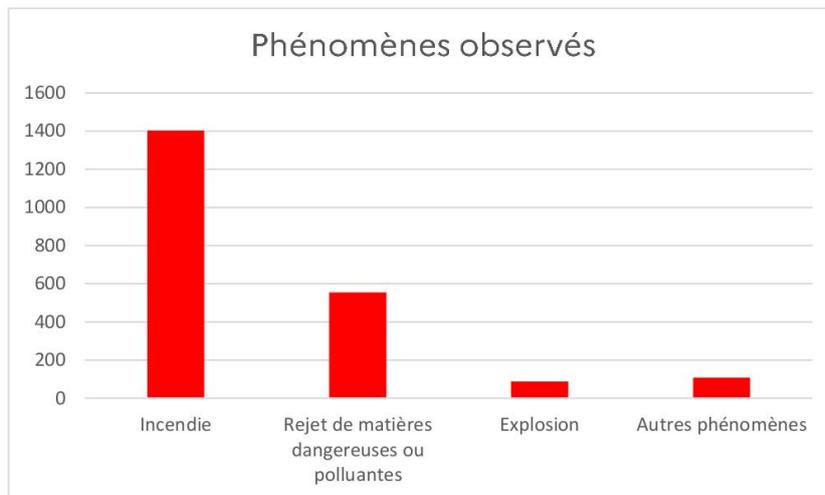


Figure 28 : Répartition des phénomènes observés suite aux évènements accidentels dans le secteur des déchets

Sur les 769 évènements récents, c'est à dire sur la période de référence de la synthèse, 57 concernent des installations d'incinération.

Pour ces installations bien spécifiques dans le domaine des déchets, une partie leur est consacrée dans le document « Panorama de l'accidentologie des installations de gestion des déchets » édité en octobre 2016 par le ministère via ARIA. Les données d'accidentologie proposée ci-après proviennent de ce document.

Ce panorama indique que si l'accidentologie du secteur des déchets est importante en volume, elle est proportionnellement faible en termes de conséquences. Ainsi, si sur l'ensemble des ICPE, 15 % ont au moins un des 4 indices de l'échelle de niveau supérieur ou égal à 2, les ICPE déchets (codes NAF 38) comptent seulement 11 % des accidents avec un indice de niveau 2 ou plus. Le secteur de la gestion des déchets occupe alors « seulement » la 12<sup>ème</sup> place du classement sur les accidents « graves ».

Les phénomènes dangereux les plus rencontrés sont l'incendie (80 % des cas) suivi par le rejet de matières dangereuses ou polluantes, comme pour toutes les ICPE. Dans 45 % des cas, l'incendie est couplé à un rejet de matières dangereuses ou polluantes (notamment par des émanations de fumées d'incendie).

22,5 % des accidents sont sans conséquence notable ou connue. Pour les autres, les dommages sont principalement d'ordre économique ou environnemental, les dommages humains et sociaux ne représentant que 1 % de cas d'accidents mortels et 5 % des cas entraînant du chômage technique.

Les interventions des secours pour lutter contre les accidents sont fréquemment de grande ampleur (périmètre de sécurité et évacuations/confinements de riverains dans plus de 20 % des cas).

L'analyse des situations accidentelles rencontrées conduit à identifier des facteurs aggravants récurrents tel que des conditions météorologiques défavorables, et des modalités d'exploitation mise en œuvre sur site non optimales en termes de sécurité ainsi qu'une surveillance insuffisante.

Les causes profondes de ces accidents sont communes avec la perte de contrôle de procédé (réaction d'auto-inflammation, réaction d'incompatibilité), le défaut du matériel (panne, court-circuit, usure, etc.) et des interventions humaines inadaptées.

**En synthèse l'accidentologie sectorielle de la gestion des déchets montre une marge de progression importante tant matérielle qu'organisationnelle pour réduire le nombre très important des accidents, qui fort heureusement découlent assez rarement sur des accidents industriels d'ampleur.**

Concernant « l'incinération » elle est l'objet d'une partie dédiée de ce panorama.

Rappelons au préalable que le projet d'Unité de production d'énergie au CSR de SPV du Menez n'a en aucun cas pour objet d'être une unité « d'incinération » de déchets mais bien de produire de l'énergie à partir d'un combustible solide de récupération qui se trouve être sous statut de déchets. L'accidentologie « incinération » propose toutefois des éléments d'intérêt dans le cadre de la présente analyse.

Parmi les quatre exemples d'accidents pris en exemple dans ce document figurent :

- Une explosion liée à des insuffisances des procédures de contrôle et de maintenance des équipements de combustion / traitement des fumées ou à des dispositions constructives inadaptées. Ce scénario concerne le décrochage de blocs de poussières ou de matières suite à l'encrassement des équipements associé au bourrage de la trémie de chargement de déchets avec formation de CO combinée à une panne non détectée des sondes de température.

Dans ce cas les mesures à prendre telles que recommandées sont : des modifications constructives, des modifications techniques (adaptation des paramètres de combustion) et l'amélioration de la sécurité des installations par optimisation des asservissements.

- Une explosion dans le four d'incinération liée à présence d'un déchet non conforme. Ce scénario concerne la présence dans le four d'un déchet non conforme exogène.

Dans ce cas les mesures à prendre telles que recommandées sont : la modification des procédures de contrôles des déchets envoyés dans le four, la modification du mode opératoire de préparation des déchets avant envoi dans le four.

- Une émission de substances toxiques suite au mélange accidentel de produits incompatibles pendant le dépotage de réactifs utilisés pour l'épuration des gaz brûlés. Ce scénario concerne une erreur dans le dépotage de substances présentant un potentiel de danger.

Dans ce cas les mesures à prendre telles que recommandées sont : une coordination avec les fournisseurs de produits chimiques sur l'identification des substances pour éviter les confusions (étiquetage, différenciation des types de contenants/des types de raccords en fonction des produits), une communication sur les risques auprès du fournisseur et du transporteur, une formation aux risques d'incompatibilités entre produits et entre produits et matériaux aux différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement et une amélioration des contrôles avant le début de l'opération de dépotage.

Enfin ces événements sont complétés par un accident du travail qui concerne la chute d'un opérateur dans la fosse à déchets et qui montre la nécessité de compléter les mesures de gestion des risques industriels avec des mesures de gestion des activités réalisées par le personnel, et dans ce cas précis : le renforcement des contrôles des systèmes de bascule et la mise en place de barrières de protection.

En synthèse l'accidentologie sectorielle de l'incinération des déchets montre que les événements accidentels concernent aussi bien les combustibles « brulés » lors de leur entreposage et lors de l'alimentation de la chaufferie, que le procédé de traitement thermique en lui-même notamment au niveau du four, que les utilités associées que notamment les réactifs du traitement / épuration des fumées.

#### 4.2.2. Analyse du travail d'accidentologie particulière autour du CSR

La préparation et l'utilisation de Combustibles Solides de Récupération (CSR) a fait l'objet d'une synthèse de l'accidentologie dans le cadre de la réflexion sur la création de la rubrique ICPE 2971, réalisée par le BARPI au cours de l'année 2015.

Cette accidentologie s'est intéressée aux différentes étapes nécessaires à la fabrication du CSR y compris aux étapes de stockage/transit des déchets avant le début, entre et à l'issue des phases de préparation. Ainsi la synthèse est découpée selon les principales étapes de préparation d'un CSR.

En préambule, la taille des échantillons d'accidents constitués est assez faible (ce qui sera également constaté dans le cadre de la recherche par mot clef « CSR » proposée par la suite).

Concernant la phase liée au stockage/transit de déchets en amont, ou au cours du process de transformation en CSR, l'accidentologie regroupe 40 événements qui sont tous des incendies.

Ces événements concernent tous types de déchets entrants usuellement dans la composition d'un CSR ou associés dans le cadre des activités de transit des sites (déchets plastiques, déchets verts ou déchets de bois, déchets des activités économiques, ferrailles à broyer contenant des matières combustibles constituées de polymères, de tissus et cartons, refus de tri, résidus de broyage de DEEE, résidus de caoutchouc / pneumatiques, DIB, etc.)

Les principales causes de ces événements, et les mesures correctives associées, telles que synthétisées par le BARPI, sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Causes et mesures correctives de l'accidentologie liée à la fabrication du CSR (phase amont)

Causes	Mesures
Malveillance	Renforcement de la protection des sites (grillages, fermetures, clôtures) et leur surveillance (gardiennage, télésurveillance, système d'alarme), notamment au niveau des stockages extérieurs.

Causes	Mesures
<p>Inflammation par un point chaud notamment dans les cas ou des étapes de préparation préalables sont intervenues                      Alors les différents cas traduisent une maîtrise insuffisante du procédé de préparation incriminé.</p>	<p>Actions correctives :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuration des installations.</li> <li>- Éloignement des stockages de déchets par rapport aux équipements à risque.</li> <li>- Procédures d'exploitation et de sécurité.</li> <li>- Absence de mélange.</li> <li>- Allongement du temps de refroidissement.</li> <li>- Contrôle des équipements.</li> <li>- Vérification avec sonde thermique.</li> <li>- Renforcement du nettoyage.</li> </ul>
<p>Auto-inflammation de déchets fermentescibles liée à des conditions de stockage inadaptées.                      Quelques exemples sont donnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflammation dans une benne de refus de tri dépassant sa contenance maximum autorisée et sa durée maximum de transit sur site.</li> <li>- Inflammation suite à une réaction oxydante entre un tas de refus de criblage et un tas de broyats de déchets verts humides.</li> <li>- Inflammation due à une fermentation de déchets de bois (chutes de sciure) au cours d'un stockage anormalement prolongé.</li> <li>- Inflammation suite à la fermentation de déchets organiques fermentescibles s'étant retrouvés mélangés à des déchets plastiques (issus des refus d'un centre de tri) lors du broyage, etc.</li> </ul>	<p>Mesures correctives :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance renforcée des matières stockées à risque d'auto-échauffement.</li> <li>- Réduction du temps de stockage des déchets.</li> <li>- En cas de stockage statique prolongé ou de fortes chaleurs, retournement des tas de déchets et arrosage.</li> <li>- Séparation des stockages de déchets pour éviter les propagations.</li> <li>- Vérification du degré de « pureté » des déchets avant broyage.</li> </ul> <p>Mesures techniques de sécurité ou de protection incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de mesures de sécurité : sondes de température ou inertage dans les silos de stockage.</li> <li>- Mise en place de sprinkler sur les stockages de déchets à risque.</li> </ul>
<p>D'autres causes ont été rencontrées plus ponctuellement</p>	
<p>Agression climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Départ de feu en période de canicule.</li> <li>- Échauffement par effet loupe (morceaux de verre dans un tas de déchets).</li> </ul>	
<p>Autre agression externe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feu d'artifice tiré à proximité.</li> <li>- Feu de broussailles.</li> </ul>	
<p>Erreur humaine, telle que le jet d'un mégot parmi des plaquettes de bois broyées.</p>	

Dans ces premières étapes de stockage des déchets en amont de la fabrication de CSR, de nombreux accidents surviennent de nuit ce qui renforce l'importance d'une surveillance accrue des installations, et notamment des zones de stockage des déchets en dehors des périodes d'activité.

Sans surveillance humaine ou technique adaptée, les déclenchements d'incendie sont repérés tardivement dans une partie des événements recensés et cette réactivité tardive implique des conséquences plus importantes.

Concernant les étapes de fabrication du CSR en elle-même, elles ont été regroupées en étapes de broyage/cisaillage, de tri, de séchage. Notons dès à présent qu'aucune activité de cisaillage et séchage ne sera mise en place sur le site d'étude, au contraire d'une étape initiale de broyage.

Concernant les phases de broyage de déchets non dangereux, sur les 18 accidents analysés les risques concernent l'explosion et l'incendie.

Les cas d'explosions dans des broyeurs concernent notamment le broyage d'ordures ménagères, le broyage de déchets encombrants (1 cas), le broyage de déchets verts (1 cas), et sont fréquemment dues à la présence d'un élément imprévu dans le flux de déchets broyés : bidon d'essence mal vidangé, bouteille de gaz, résidu de désherbant / de phytosanitaires, etc. La mesure corrective la plus indiquée consiste alors en un renforcement du contrôle des déchets avant leur envoi en broyage.

Les explosions peuvent aussi être la suite d'un défaut matériel au niveau du broyeur : bourrage qui conduit à des frottements, donc à un échauffement suivi d'une explosion au moment où un opérateur cherche à dégager la sortie de l'équipement. Dans ce cas précis, des modifications techniques sur le broyeur sont à envisager.

La protection des opérateurs passe par des mesures telles que : l'interdiction de présence humaine dans une zone balisée autour du broyeur, le déport des commandes locales du broyeur. La protection des biens passe par l'éloignement de ce type d'équipement des autres installations pour éviter les risques d'effets dominos.

Les exemples d'incendie dans les installations de broyage/cisaillage de déchets sont assez nombreux et peuvent concerner le broyeur lui-même : broyage de déchets de bois, de pneumatiques, d'encombrants de déchetterie, de papier, de ferrailles, de caoutchouc, de résidus de textiles, de matières plastiques, de déchets non dangereux des entreprises : cartons, papiers, plastiques, etc.

Le circuit de ventilation associé au broyeur est également parfois le lieu de l'incendie : cheminée d'extraction du processus de broyage d'une ligne de recyclage de pneumatiques, circuit de ventilation d'un broyeur, etc.

Les causes des incendies dans les équipements de broyage sont les suivantes :

- Défaut électrique ou mécanique au niveau du broyeur révélant le cas échéant d'un défaut d'entretien.
- Echauffement et inflammation des déchets lors du processus de broyage
- Présence d'un déchet inflammable imprévu parmi les matières à broyer.

Face à ces différentes dérives, les mesures correctives à mettre en place incluent :

- Un renforcement de la vérification des déchets avant lancement du broyage.
- L'amélioration des procédures d'exploitation des broyeurs avec par exemple la mise en place de leur arrosage préventif lors de leur fonctionnement.
- La mise en place d'un équipement de sécurité au niveau du broyeur pour détecter les points chauds.
- La mise en place d'un système de surveillance de la zone broyeur par une caméra sécurisée par groupe électrogène.
- Le renforcement des équipements de sécurité incendie autour des broyeurs.
- Le renforcement de la maintenance des broyeurs, avec également une vigilance au niveau des circuits de ventilation.
- De manière plus globale, l'isolement de l'installation de broyage par rapport aux autres équipements et aux stockages de déchets.

Concernant l'accidentologie liée aux phases de tri, une partie importante concerne le tri des métaux qui peut provoquer des échauffements intempestifs. Dans ce cas, les mesures correctives consistent en un renforcement de la maintenance des équipements et en une vérification plus stricte des flux de déchets.

Enfin concernant l'accidentologie liée au séchage du CSR, elle se compose d'événements d'incendie mais toutefois peu de retour d'expérience existe en la matière.

En ce qui concerne les conséquences liées à l'accidentologie du secteur du CSR, les dégâts matériels sont parfois importants en raison des effets dominos. Les propagations entre équipements sont facilitées par des éléments de liaisons tels que des bandes transporteuses ou convoyeurs. Le positionnement relatif des différents équipements et stockages de déchets est très important pour éviter des conséquences en chaîne.

Les pertes financières sont conséquentes lorsqu'il y a eu propagation et destruction en chaîne d'équipements.

Des conséquences environnementales, telles qu'une pollution atmosphérique liée à des fumées importantes, peuvent être rencontrées, en particulier dans les cas des incendies impliquant des pneumatiques et des résidus de broyage automobile (plastiques, mousses, pneus, etc.).

#### 4.2.2.1. Retour d'expérience des accidents liés à l'étape d'utilisation du CSR pour la production d'énergie

La synthèse de 2015 du BARPI susvisée fait référence à une autre synthèse de 2005 concernant les « Accidents liés à l'incinération de déchets ménagers et assimilés ». Malgré sa date de publication, ses enseignements restent d'actualité. Cette synthèse est développée dans les paragraphes suivants. La typologie des accidents rencontrés dans les unités d'incinération de Déchets Ménagers et Assimilés (échantillon de 135 événements) est répartie de la façon suivante.

Tableau 26 : Répartition selon leur nature des accidents s'étant produit en unité d'incinération de DMA selon une synthèse du BARPI de 2005 (échantillon de 135 événements)

Nature de l'accident	Proportion sur l'échantillon
Incendie	50 %
Rejet de substances dangereuses	39 %
Explosion	24 %
Presque accident	14 %
Irradiation	11 %
Projection, chute d'équipement	7,6 %
Effets domino	5,3 %
Pollution chronique aggravée	1,5 %
Autres	1,5 %

Nota : la somme des pourcentages dépasse 100 % étant donné qu'un événement peut conduire à plusieurs conséquences

Concernant le risque d'incendie, l'analyse des accidents concernés indique que les départs de feu ont lieu majoritairement au sein des fosses de réception des déchets et au niveau des convoyeurs et trémies d'alimentation. Quelques événements indiquent un départ de feu à l'intérieur même du four, dans les broyeurs avant incinération, ainsi qu'au niveau des systèmes de traitement des fumées.

Concernant le risque d'explosion il affecte particulièrement les fours et les broyeurs, mais aussi les fosses de réception, trémies et convoyeurs d'alimentation, les chaudières, ou les installations de traitement des gaz.

Concernant les rejets de substances dangereuses, ce sont les réactifs utilisés pour le traitement des fumées principalement qui sont majoritairement impliqués (acide chlorhydrique, hydroxyde de sodium, chaux) ainsi que le fioul utilisé pour alimenter les utilités ou pour les appoints du four. On peut également retenir comme cause à l'origine d'une pollution atmosphérique, la défaillance du système de traitement des fumées.

Les effets domino enregistrés concernent principalement des incendies dont le flux thermique atteint d'autres foyers de phénomènes dangereux propageant ainsi l'incendie ou provoquant une explosion par montée en pression du contenu d'une capacité.

Cette synthèse du BARPI s'intéresse également aux circonstances de la survenue des événements. En effet, sur les 135 événements de l'échantillon, 91 ont une circonstance connue. Parmi ceux-ci, 11 % se déroulent en période d'activité réduite, 10 % lors d'opérations de maintenance et environ 8 % lors de phase de démarrage/arrêt de l'installation, soit quasiment 30 % des événements qui se déroulent hors fonctionnement normal de l'installation.

Enfin la synthèse de BARPI s'intéresse également aux causes de cet échantillon d'événements réparties de la façon suivante.

Tableau 27 : Répartition selon leur cause des accidents s'étant produit en unité d'incinération de DMA selon une synthèse du BARPI de 2005 (échantillon de 135 événements)

Nature de l'accident	Proportion sur l'échantillon
Anomalie d'organisation	44 %
Défaillance matérielle	43 %
Défaut de maîtrise du procédé	39 %
Défaillance humaine	28 %
Abandon produit/équipement dangereux	21 %
Usage inadapté de produits dangereux	8 %
Agression d'origine externe	3 %
Pollution chronique	2 %
Autres	10 %

Nota : la somme des pourcentages dépasse 100 % étant donné qu'un événement peut avoir des origines multiples

Les défaillances matérielles représentent une part importante des événements initiateurs. Parmi celles-ci, on peut citer, tout type de four confondu, le colmatage du système d'alimentation en combustible qui provoque l'échauffement puis l'inflammation de celui-ci, une défaillance du système de régulation d'air, un

dysfonctionnement du brûleur, la non-fermeture d'une vanne automatique lors de la mise à l'arrêt du système, etc. Au-delà de défaillance intrinsèque de certains matériels, certaines défaillances peuvent avoir des causes sous-jacentes comme un défaut électrique, l'utilisation de matériaux inadaptés provoquant l'usure prématuré d'un matériel ou encore simplement le vieillissement des équipements.

Outre les défaillances matérielles, de nombreux éléments d'ordre organisationnel ou liés à une défaillance humaine peuvent être à l'origine d'un accident. La synthèse du BARPI de 2005 cite le gisement de déchet initial pouvant contenir des éléments non désirés tels que aérosols, bouteilles de gaz, etc. Notons que dans le cas de l'incinération de CSR, cette cause sera surtout pertinente pour les étapes de préparation du CSR et non au moment de sa valorisation.

Un autre point important concerne la gestion des modes particuliers de fonctionnement (maintenance, mise en service/arrêt) dont les interventions doivent être particulièrement bien préparées.

L'absence ou le non-respect des procédures est également un facteur initiateur important d'accidents.

D'autres causes peuvent intervenir telles que des agressions externes naturelles ou technologiques (foudre, tempête, séisme, effets domino d'une installation voisine, accident de transport de matière dangereuse), un défaut dans la maîtrise du process (combustion du gisement de combustible, emballement du four, perte de maîtrise des réglages).

En outre, la synthèse 2015 du BARPI fait référence à 2 événements impliquant directement des installations de combustion de CSR, dont les résumés sont reproduits de la façon suivante :

Tableau 28 : Synthèse de deux événements accidentels dans des installations de combustion de CSR

Accident n°43272 de la base ARIA : Explosion dans la vis sans fin alimentant en biomasse un gazéifieur.
Cet équipement vise à produire de l'électricité à partir de refus de tri de déchets banals et de biomasse ligneuse de type copeaux de bois. L'explosion a eu lieu en raison de problèmes techniques lors d'essais d'alimentation. A la suite d'un bourrage de la chaîne d'alimentation, la vis sans fin s'est retrouvée vide de biomasse. Elle s'est alors remplie de gaz sous pression provenant du gazéifieur, ce qui a conduit à l'explosion.
Accident n°43908 : Incendie dans la zone d'alimentation en copeaux plastiques du four d'une cimenterie
Cet accident est dû à des particules chaudes, échappées de la zone de process, qui ont initié le feu dans la partie haute de la bande transporteuse alimentant le four. Cet événement a conduit à un renforcement de la surveillance des systèmes d'alimentation présents dans des zones pouvant initier des départs de feu. Des améliorations sont à effectuer au niveau des équipements et procédés pour éviter une sortie intempestive de particules chaudes à partir des installations de combustion.

En conclusion, la synthèse 2015 du BARPI rappelle l'importance pour l'unité de valorisation du CSR d'être bien adaptée à ce combustible particulier qui présente une forte hétérogénéité liée aux gisements divers de Déchets Ménagers et Assimilés ayant conduit à sa production. Cette hétérogénéité nécessite donc une connaissance du CSR plus poussée que pour un combustible classique (livré « normé »).

## 5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### 5.1. Liminaire et présentation de la méthode

L'Analyse Préliminaire des Risques, APR, qui est proposée dans ce chapitre constitue la partie fondatrice de l'Étude de Dangers, car c'est elle qui doit conduire à l'identification des phénomènes dangereux.

Cette identification passera par l'analyse des événements accidentels non désirés résultant de la combinaison de dysfonctionnements, de dérives ou d'agressions extérieures, qui seront hiérarchisées afin d'apprécier les situations accidentelles et, le cas échéant, les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur.

La phase initiale d'identification des potentiels de dangers associés au projet de la société SPV du Menez sur le site de Plougastel-Daoulas a permis de lister les risques qui lui sont associés.

L'objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est de vérifier si ces risques sont bien maîtrisés. Pour cela, elle doit permettre :

- D'identifier les situations dangereuses.
- De rechercher les causes et les conséquences de ces situations dangereuses.
- De quantifier chacun des enchaînements pouvant conduire à un scénario majeur (niveau de probabilité, niveau de gravité, criticité).
- De sélectionner, selon la cotation du risque entre autres, les scénarios nécessitant une quantification de leur intensité.

La Méthode « MOSAR », Méthode Organisée Systémique d'Analyse des Risques, et la méthode proposée dans l'Ω-9 de l'INERIS (Rapport INERIS-DRA-15-148940-03446A « Étude de Dangers d'une installation classée ») ont été utilisées. Ces méthodes consistent à décomposer les systèmes en sous-système, en étudiant le risque associé à chaque sous-système indépendamment et en y intégrant les interactions possibles.

Ces interactions peuvent se faire par sous-système ou par fonction à étudier sur la base de la description fonctionnelle réalisée au préalable, puis le cas échéant, par choix d'un équipement ou d'un produit pour ce système ou cette fonction, puis prise en compte d'une première situation de dangers (« Événement Redouté Central ») puis pour ces événements, identification des causes directes / défaillances et source de la défaillance (« Causes » et « Événement Initiateur ») et des phénomènes dangereux susceptibles de se produire.

Cette méthode a été déployée en s'appuyant sur l'ensemble des potentiels de dangers présentés sur une cartographie de synthèse proposée précédemment, via une analyse des séquences accidentelles majeures plausibles lors du groupe de travail. Cette cartographie permet également d'avoir une vue d'ensemble des effets domino plausibles en fonction de la proximité des installations.

L'étude de l'accidentologie sectorielle et particulière proposée dans un titre distinct a également été mise à profit pour permettre d'évaluer le niveau de probabilité des scénarios mais également d'appréhender des scénarios non identifiés grâce à l'analyse des potentiels de dangers.

Cette approche est bien adaptée à une évaluation qualitative des risques, et permet une identification claire des barrières de prévention/protection, des principales causes et des interactions (notamment les effets domino).

Cette méthode de découpage suit la logique qui prévaudra dans l'exploitation du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas en prenant en compte les potentiels de dangers des déchets (et des produits) présents et des procédés mis en œuvre, ainsi que les phénomènes dangereux susceptibles de se produire, sous le prisme des enjeux qui pourraient être atteints par leurs effets.

### 5.1.1. Cotation du niveau de probabilité

Le niveau de probabilité représente la fréquence d'apparition d'un scénario avec les conséquences déterminées.

Plus le niveau de probabilité est élevé, plus le scénario est susceptible de se produire. Le tableau ci-dessous présente les critères retenus pour le choix des classes de probabilité.

Tableau 29 : Critères pour la cotation de la probabilité

Note	5	4	3	2	1
	Événement courant	Événement probable	Événement improbable	Événement très improbable	Événement possible mais extrêmement peu probable
Définition	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	Un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou type d'installation au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais à fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années / installations

### 5.1.2. Cotation du niveau de gravité

Le niveau de gravité représente l'étendue des conséquences d'un scénario en cas d'occurrence.

Plus le niveau est élevé, plus les conséquences du scénario seront importantes. Le tableau ci-dessous présente les critères retenus pour la cotation de la gravité.

Tableau 30 : Critères pour la cotation de la gravité

1	Blessures légères ou dommages matériels légers, internes au site
2	Blessures grave ou maladie réversible avec arrêt de travail, à l'intérieur du site
3	Blessures ou maladie irréversible, risque de décès à l'intérieur du site (1 à 3 pers), ou effets peu importants en dehors du site (blessures irréversibles pour - de 1 personne en permanence, pollution)
4	Risque de décès à l'intérieur du site (> 3 pers) ou effets importants en dehors du site (risque de blessures irréversibles pour 1 à 10 personnes, risque de décès pour 1 personne max, pollution ou dommages sérieux)
5	Risque de décès pour + de 1 personne à l'extérieur du site ou risque de blessures irréversibles pour + de 10 personnes à l'extérieur du site

Ce travail de cotation de la probabilité d'occurrence et de la gravité est réalisé en premier lieu sans prise en compte des moyens de maîtrise des risques. Le produit de ces deux notes représente la criticité brute (C).

### 5.1.3. Cotation du niveau de maîtrise

Le niveau de maîtrise des risques dépend des moyens de prévention des causes et des moyens de protection contre les effets d'un scénario d'accident. Le premier travail consiste donc à décrire ces moyens de prévention et de protection. La cotation de la maîtrise des risques se fait sur une échelle à 4 niveaux.

Le tableau ci-dessous présente les niveaux considérés pour la cotation de la maîtrise des risques.

Tableau 31 : Niveaux de maîtrise des risques

1	Excellente maîtrise du risque
2	Bonne maîtrise du risque
3	Maîtrise moyenne du risque
4	Risque non maîtrisé

### 5.1.4. Considération de la cinétique de développement de la séquence accidentelle

Le tableau d'APR permet également de considérer la cinétique de développement de la séquence accidentelle en tenant compte d'une part, de la cinétique d'apparition du phénomène dangereux, puis d'autre part, de la cinétique d'atteinte aux cibles.

Dans les deux cas, deux niveaux de prise en compte sont considérés : une cinétique lente ou une cinétique rapide.

La cinétique d'apparition correspond à la vitesse d'apparition du phénomène dangereux telle que décrite dans le tableau ci-dessous.

Tableau 32 : Définition du critère de cinétique d'apparition

Lente	Cinétique permettant d'intervenir après le début de la cause du phénomène dangereux, afin de supprimer l'accident - l'accident se manifeste un certain temps après le début de sa cause (exemple : formation d'une atmosphère explosible en cas de fuite)
Rapide	L'accident se manifeste immédiatement, il n'est pas possible d'intervenir entre le début de la cause et l'accident (exemple : problème électrique suite à un impact de foudre)

La cinétique d'atteinte correspond à la vitesse d'atteinte des intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement par le phénomène dangereux considéré.

Tableau 33 : Définition du critère de cinétique d'atteinte

Lente	Cinétique permettant la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence, pour protéger les personnes exposées avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux
Rapide	Cinétique ne permettant pas la mise en œuvre de ces mesures avant que les personnes ne soient atteintes par les effets

### 5.1.5. Niveau de criticité résiduelle et prise en compte du scénario dans la suite de l'étude

Le produit des trois éléments cotés (PxGxM) permet de définir le niveau de criticité résiduel (C'). Selon cette cotation, les scénarios d'accident sont alors classés en 4 catégories selon les modalités du tableau suivant.

Tableau 34 : Niveaux de risque résiduel par classe

Négligeable	$C' \leq 10$		Scénarios non retenus pour la suite de l'étude
Tolérable	$11 \leq C' \leq 30$		
Important	$31 \leq C' \leq 50$		<b>Scénarios retenus pour la suite de l'étude (intensité à quantifier)</b>
Intolérable	$C' \geq 51$		

Les scénarios retenus pour la suite de l'étude sont ceux représentant un risque « important » et « intolérable ». D'autres scénarios pourront également être retenus dans la suite de l'étude.

Ces autres scénarios concernent notamment ceux susceptibles de générer un effet domino et ainsi de causer le déclenchement d'un autre scénario d'accident ainsi que ceux susceptibles d'impacter les intérêts protégés cités à l'article L.511-1 du Code de l'Environnement.

En d'autres termes, en plus des scénarios « cotés : important et intolérable » aux termes de l'APR, les scénarios « susceptibles d'avoir des effets sortants des limites du site » seront également retenus de façon exhaustive.

## 5.2. Synthèse des scénarii d'accident retenus pour la suite de l'étude

### 5.2.1. Positionnement des scénarios d'accident selon les catégories de niveau de risque résiduel

L'analyse préliminaire des risques du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est proposée dans sa version intégrale en annexe.

Annexe 2 : Analyse Préliminaire des Risques

Cette APR a permis d'étudier 10 scénarii d'accident susceptibles de survenir lors de l'exploitation des installations.

Leur niveau de risque, fonction de la criticité résiduelle qui tient compte des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre, est précisé ci-dessous :

Tableau 35 : Positionnement des scénarii d'accident par niveau de risque

Risque négligeable	7. Eclatement du réservoir d'air comprimé 8. Défaillance du système de traitement des fumées et gaz conduisant au rejet sans traitement
--------------------	--

Risque tolérable	1. Emballement de la combustion non maîtrisée 2. Ignition retardée d'un nuage de GPL s'étant développé dans la chambre de combustion suite à la perte de flamme du brûleur de démarrage (VCE) 3. Surpression dans le tambour conduisant à son explosion (BLEVE) 4. Brèche sur la tuyauterie entre le réservoir de GPL et le brûleur d'alimentation conduisant à l'ignition instantanée du volume de gaz émis par la brèche (feu torche) 5. Brèche sur la tuyauterie entre le réservoir de GPL et le brûleur d'alimentation conduisant à l'ignition retardée du volume de gaz émis par la brèche dans un espace non confiné (flash-fire) 9. Déversement des eaux d'extinction d'incendie au milieu naturel
Risque important	6. Départ de feu dans la capacité de de stockage du CSR
Risque intolérable	-

### 5.2.2. Scénarii retenus

Aucun scénario ne relève d'un niveau de risque intolérable à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Au terme de cette analyse préliminaire des risques, 1 scénarii relèvent d'un niveau de risque important et seront donc étudiés dans le détail dans la suite de l'étude.

Ces scénarios sont les suivants :

Tableau 36 : Scénarii de dangers retenus au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques

Scénario	Description du scénario
Scénarii à niveau de risque important	
Scénario 6	Départ de feu dans la fosse de stockage du CSR

### 5.2.3. Cas particulier des scénarios extrêmement peu probables

Le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A précise que les séquences accidentelles extrêmement peu probables qui seraient identifiés lors de l'Analyse Préliminaire des Risques ne doivent pas conduire à la définition de mesures de prévention spécifiques (coûts disproportionnés pour des résultats incertains).

Ces événements se caractérisent par une fréquence d'occurrence extrêmement faible et la nécessité d'une concomitance entre plusieurs événements initiateurs et indépendants.

Dans le cas de l'Analyse Préliminaire des Risques relative au projet de la société SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, aucun scénario dit extrêmement peu probable n'a émergé lors des groupes de travail.

## 6. QUANTIFICATION DES SCENARIOS RETENUS EN APR

La quantification des scénarios retenus en synthèse de l'analyse préliminaire des risques a pour but d'étudier de façon précise et méthodique l'intensité des effets provoqués par ces scénarios d'accident et notamment dans le but de déterminer ceux susceptibles d'avoir des effets sur les intérêts autour du site mais aussi ceux susceptibles d'avoir des effets dominos en internes.

### 6.1. Présentation des seuils réglementaires des effets

L'évaluation des effets des phénomènes dangereux, qu'il s'agisse des effets de surpression, des effets toxiques et/ou des effets thermiques auront pour finalité d'être comparés aux valeurs seuils définies dans l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 « relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation ».

Ces valeurs fixent les seuils réglementaires à ne pas atteindre et permettront ensuite d'évaluer la gravité des phénomènes dangereux développés dans l'Analyse Détaillée des Risques. Ces seuils concernent pour chacun des types d'effets.

Tableau 37 : Seuils des effets sur l'homme

Effets	Seuil
Effets irréversibles sur l'homme	SEI
Effets létaux sur l'homme	SEL
Effets létaux significatifs sur l'homme	SELS

En compléments de ces seuils sur l'homme, sont également fixés des seuils pour :

- Les « effets indirects » (types bris de vitres pouvant avoir des conséquences sur l'homme pour les effets de surpression).
- Les effets réversibles pour les effets de nature toxique.
- Les dégâts ou effets dominos sur les structures pour les effets thermiques et de surpression.

En termes d'évaluation, notons également que les connaissances pour estimer les effets d'un phénomène dangereux sont davantage étayées pour les effets d'un phénomène sur les enjeux humains que sur les enjeux environnementaux. Des seuils pour ces premiers sont proposés dans les fiches scénarios, tandis que pour ces seconds une approche qualitative sera proposée le cas échéant.

Les valeurs reportées dans les deux tableaux suivants sont issues de l'Annexe 2 « relative aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes dangereux pouvant survenir dans des installations classées » de l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 susvisé pour les effets thermiques et de surpression.

Tableau 38 : Valeurs seuils de référence des effets thermiques (Annexe 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

Cibles	Seuils	Effets
Pour les effets sur les structures	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions de vitres significatives
	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets domino (1) et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
	16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
	200 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Pour les effets sur l'homme (permanent ou transitoire)	3 kW/m <sup>2</sup> ou 600 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets irréversibles délimitant « la zone de dangers significatifs pour la vie humaine »
	5 kW/m <sup>2</sup> ou 1 000 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets létaux délimitant « la zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement
	8 kW/m <sup>2</sup> ou 1 800 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets létaux significatifs délimitant « la zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement.

(1) : Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

Tableau 39 : Valeurs seuils de référence des effets de surpression (Annexe 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

Cibles	Seuils	Effets
Pour les effets sur les structures	20 hPa ou mbar	Seuil des destructions significatives de vitres <sup>(1)</sup>
	50 hPa ou mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures
	140 hPa ou mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures
	200 hPa ou mbar	Seuil des effets domino <sup>(2)</sup>
	300 hPa ou mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures
Pour les effets sur l'homme	20 hPa ou mbar	Seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme <sup>(3)</sup>
	50 hPa ou mbar	Seuils des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
	140 hPa ou mbar	Seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement
	200 hPa ou mbar	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement.

(1) : *Compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à deux fois la distance d'effet obtenue pour une surpression de 50 mbar.*

(2) : *Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.*

(3) : *Compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à deux fois la distance d'effet obtenue pour une surpression de 50 mbar.*

Concernant les valeurs de référence pour les effets toxiques, elles sont propres à chaque élément toxique considéré et seront donc si nécessaires indiquées dans la fiche du scénario concerné.

## 6.2. Méthode d'évaluation des conséquences de la libération des potentiels de dangers

Les méthodes d'évaluation des conséquences sont présentées de façon détaillée dans une annexe.

Cette annexe comporte une fiche spécifique pour chaque scénario retenu en fin d'Analyse Préliminaire des Risques intégrant les hypothèses nécessaires à l'évaluation de ses conséquences et ses effets, et notamment :

- La description du scénario.
- Les données d'entrée.
- Les résultats des calculs de modélisation.
- Le tracé des cartographies d'effets pour chaque équipement et chaque seuil réglementaire concerné.
- La conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino.

La caractérisation en intensité des phénomènes dangereux intégrant les fiches scénarios est proposée en annexe.

*Annexe 3 : Caractérisation en intensité des phénomènes dangereux*

## 6.3. Présentation des résultats d'évaluation des phénomènes dangereux

Les résultats détaillés sont présentés dans les fiches spécifiques à chaque scénario, dans l'annexe citée au point précédent.

### 6.3.1. *Cartographie des distances d'effet aux seuils réglementaires pour chaque scénario retenu*

Les flux de dangers modélisés correspondent aux effets thermiques ayant des effets sur l'homme et les structures.

La figure suivante représente la cartographie des distances d'effets aux seuils réglementaires des différents scénarios dont l'intensité a été caractérisée (superposition des distances d'effets de l'ensemble des scénarii).

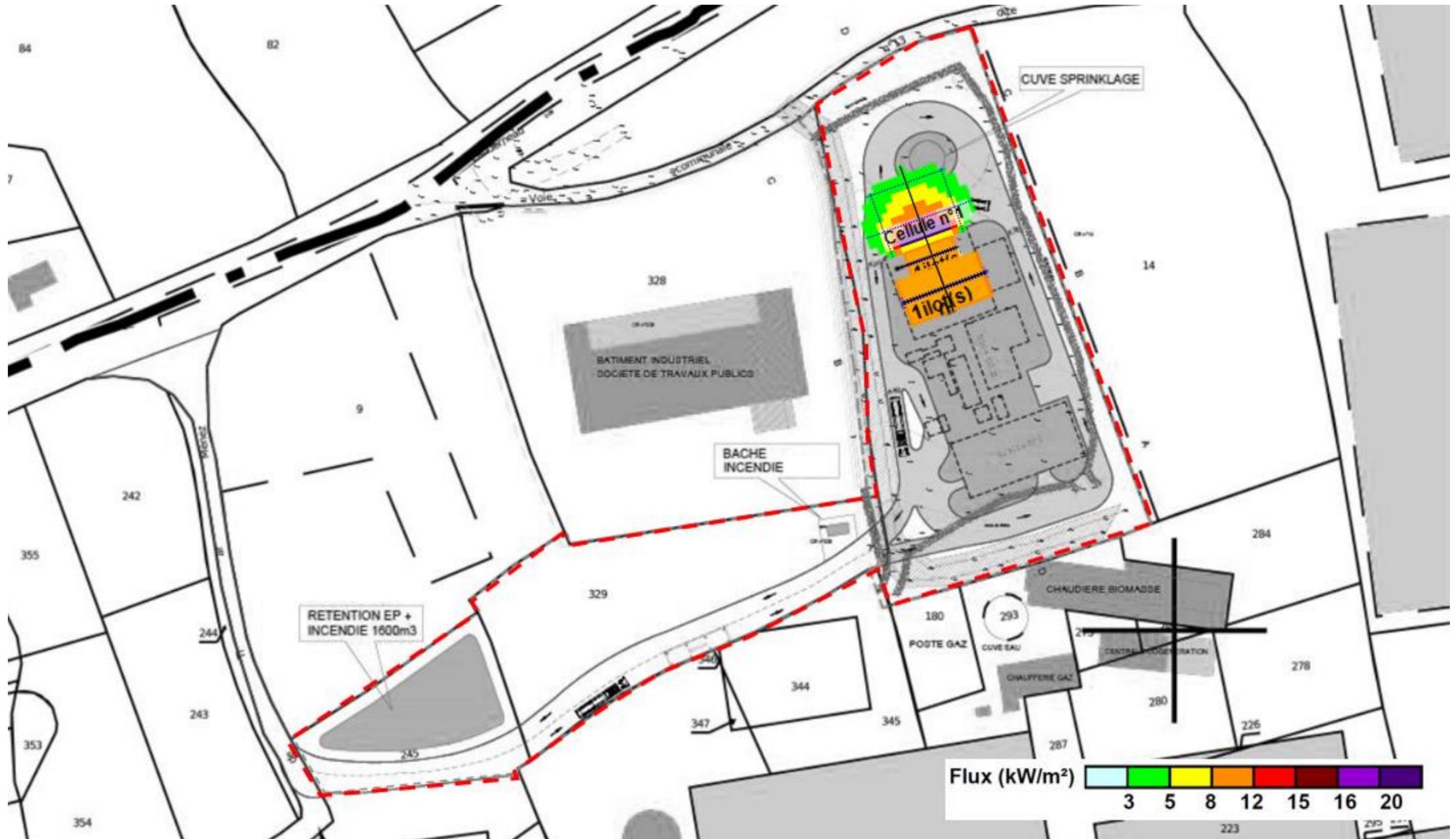


Figure 29 : Cartographie des distances d'effet déterminées par la caractérisation en intensité des scénarios retenus

### 6.3.2. Tableau de synthèse des scénarios d'accident dont l'intensité a été quantifiée

Les résultats des distances d'effets et des conséquences des phénomènes dangereux pour l'ensemble des scénarios d'accident retenus à l'issue de l'APR et étudiés dans les points précédents sont proposés en synthèse dans le tableau suivant.

Tableau 40 : Synthèse de la quantification de l'intensité des scénarios retenus en APR

Fiche scénario (n°APR)	Équipement considéré	Phénomène dangereux					Impact aux tiers					Prise en compte des effets domino		Impact environnemental	Scénario retenu en ADR	
		Description de la situation dangereuse	Thermique	Surpression	Toxique	Description du phénomène modélisé	Distance au SEL (m)	Distance au SEL (m)	Distance au SELS (m)	Distance au seuil de bris de vitre (surpression) (m)	Impact hors des limites de site ?	Distance au seuil des effets domino pour le phénomène dangereux modélisé <sup>(1)</sup>	Foyer voisin impacté par un effet domino			
Scénario 7	Départ de feu dans la fosse de stockage du CSR	Départ de feu sur le stockage	X	-	-	Incendie généralisé du CSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Départ de feu dans la fosse de réception du CSR		X	-	-		10	15	20	-	-	-	-	-	-	-

<sup>(1)</sup> Le seuil des effets domino pour les phénomènes dangereux conduisant à des effets thermiques et de surpression est défini à l'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005  
 N.A : Seuil réglementaire non atteint

### 6.3.3. Conclusion sur la quantification en intensité des scénarios retenus en APR

A ce stade, aucun scénario ne nécessite d'être étudié en analyse détaillée des risques, leurs effets n'impactant pas l'extérieur des limites de propriété de l'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas. Les flux n'atteignent donc pas le poste aérien de gaz situé en limite Sud du projet de chaufferie.

## 7. ANALYSE DÉTAILLÉE DES RISQUES

---

### 7.1. Liminaire et présentation de la méthode

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) suit la logique de travail mise en place dans l'APR qui la précède.

Son objectif est d'examiner les phénomènes dangereux associés aux scénarios sélectionnés, ceux dont les effets peuvent atteindre des enjeux à l'extérieur de l'établissement, et de vérifier la maîtrise des risques associés.

Les phénomènes retenus suite à l'APR ont été caractérisés en intensité. Les résultats sont donnés au chapitre précédent et détaillés en annexe.

Ces résultats montrent que aucun phénomène n'a des effets à l'extérieur des limites de propriété.

Etant donné l'absence d'impact à l'extérieur des limites de propriété des scénarios retenus en fin d'APR, il n'est donc pas nécessaire de caractériser ces phénomènes dangereux en probabilité d'occurrence, gravité des effets et cinétique.

### 7.2. Détermination de la gravité, de la probabilité d'occurrence, et de la cinétique des phénomènes de dangers

Etant donné l'absence d'impact à l'extérieur des limites de propriété des scénarios retenus en fin d'APR, il n'est donc pas nécessaire de caractériser ces phénomènes dangereux en probabilité d'occurrence, gravité des effets et cinétique.

### 7.3. Présentation des effets dominos (internes et externes)

#### 7.3.1. *Liminaire*

L'analyse des effets dominos proposée ci-après doit permettre de déterminer les interactions possibles entre les différentes installations de l'établissement en cas de survenance d'un phénomène dangereux et les effets possibles depuis et vers les installations d'établissements voisins. En d'autres termes de déterminer si les effets d'un phénomène dangereux peuvent impacter une installation ou zone de stockage autre que celle lieu du phénomène.

A l'image de ce qui a été fait pour déterminer la gravité des accidents majeurs, il conviendra ici de déterminer les installations/stockages présents dans les zones d'effets des phénomènes dangereux modélisés qu'il s'agisse dans ce cas d'accident majeur (impactant l'extérieur des limites de propriété) ou non.

### 7.3.2. *Détermination des effets domino internes à l'établissement*

Pour rappel, aucune installation n'est exploitée actuellement sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas. Aussi, aucune analyse des effets dominos internes à l'établissement des installations existantes sur celles projetées (et inversement) n'est à envisager.

S'agissant des effets domino internes liés aux composantes du projet, ils ont été quantifiés dans le chapitre dédié et plus particulièrement dans une annexe spécifique. Ces effets ont été synthétisés dans le tableau en fin de ce chapitre.

Pour rappel, certains des scénarios quantifiés sont susceptibles d'atteindre d'autres installations et ainsi de représenter potentiellement d'autres foyers de phénomènes dangereux.

Pour ces cas, ils ont été traités à leur tour en quantification dans le chapitre et l'annexe cités.

### 7.3.3. *Détermination des effets domino des installations de l'établissement vers les établissements voisins*

Les modélisations ont fait l'objet de cartographies des zones d'effets réglementaires.

Ces cartographies montrent l'absence de zones d'effets sortants du site et donc l'absence d'effets domino sur les occupations extérieures.

### 7.3.4. *Détermination des effets domino des établissements voisins vers les installations de l'établissement SPV du Menez*

Au regard de l'absence d'occupations proches, aucun effet domino de phénomènes dangereux extérieurs au site n'est à considérer.

## 7.4. Présentation des accidents majeurs et acceptabilité des risques

### 7.4.1. *Liminaire*

Précisons en liminaire de ce chapitre que seul l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées relevant de la Directive dite SEVESO exige une démarche de maîtrise du risque accidentel et d'analyse de l'acceptabilité des risques.

Toutefois comme le recommande le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A relatif à la « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) – Etude de Dangers d'une installation classée » dit  $\Omega$ -9 édité par l'INERIS, bien que le site d'étude ne relève pas de cette Directive mais du régime de l'Autorisation au titre des ICPE, les accidents majeurs détaillés dans ce chapitre de l'Etude de Dangers seront tout de même positionnés dans la matrice prévue à cet effet.

### 7.4.2. *Méthodologie : Appréciation de la démarche de maîtrise des risques*

La justification par l'exploitant des mesures de maîtrise du risque en termes de couple probabilité - gravité des conséquences sur les personnes physiques est évoquée dans l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées susmentionné.

Un exemple de cette grille est proposé dans la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT).

Cet exemple, retenu par la suite dans l'appréciation de la maîtrise du risque, est reproduit ci-dessous.

Tableau 41 : Grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des accidents majeurs (couple Gravité/Probabilité)

Gravité des Conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Non partiel <sup>(1)</sup>	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
	MMR Rang <sup>(2)</sup>				
Catastrophique	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
Important	MMR Rang 1	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
Sérieux			MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1
Modéré					MMR Rang 1

(1) : Dans ce cas précis (Gravité : Désastreux, Probabilité : E), l'exploitant doit disposer des mesures techniques de maîtrise des risques de façon à ce que le niveau de probabilité de l'accident soit maintenu dans cette même classe de probabilité lorsque, pour chacun des scénarios y menant, la probabilité de défaillances de la mesure de maîtrise des risques de plus haut niveau de confiance s'opposant à ce scénario est portée à 1.

(2) : Dans ces cas, lorsqu'il s'agit d'une demande d'autorisation pour un établissement SEVESO pour l'extension ou la modification d'un site existant il faut vérifier le critère C. du sous paragraphe 2.1.3. de la circulaire du 10 mai 2010.

Rappelons que la probabilité et la gravité ont été évaluées dans des points précédents de l'Etude de Dangers et ce conformément à l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation.

Les critères d'appréciation de la maîtrise du risque accidentel sont précisés dans la circulaire du 10 mai 2010 et peuvent être synthétisés de la façon suivante.

La grille d'appréciation, par les services instructeurs de l'Etude de Dangers, de la démarche de maîtrise des risques d'accidents majeurs proposée par l'exploitant d'une ICPE se subdivise en 25 cases dans un tableau à double entrée : probabilité/gravité. Chaque couple probabilité/gravité peut être positionné dans cette grille afin de définir l'acceptabilité du risque.

Ce positionnement identifie 3 types de risque.

- une zone de risque élevé, figurée par le mot « NON », qui concerne dix couples probabilité/gravité ;
- une zone de risque intermédiaire, figurée par le sigle « MMR » pour Mesures de Maîtrise des Risques, qui concerne neuf couples probabilité/gravité, dans laquelle une démarche est pertinente en vue d'abaisser le risque et d'atteindre un niveau de risque moins important ;
- une zone de risque moindre, qui ne comporte ni « NON » ni « MMR » et qui concerne les six couples probabilité/gravité restants.

Les cases « NON » et « MMR » disposent en plus d'un rang correspondant à la priorité à accorder à la réduction des risques (le rang le plus élevé étant celui à réduire en priorité).

Dans la pratique le positionnement d'un événement, selon son couple gravité/probabilité :

- en zone « NON » ne permet pas l'autorisation de l'activité pour les installations existantes et doit faire l'objet de MMR complémentaires afin de sortir de cette zone dans un délai fixé ;
- en zone « MMR » nécessite une évaluation des mesures notamment en rapport aux bénéfices attendus, soit en termes de sécurité globale de l'installation, soit en termes de sécurité pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement ;
- en zone « vide » indique que le risque est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

En réalité, selon la situation de l'établissement demandeur (existant ou nouveau, Autorisation ou SEVESO, secteurs d'activités à risque important difficilement réductible type pyrotechnie), la prise en compte du nombre de personnes « victimes » par cases peut rentrer en ligne de compte pour subordonner l'acceptabilité du risque.

Enfin, aucune grille de présentation équivalente pour les accidents majeurs susceptibles d'avoir des conséquences sur l'environnement n'existe.

### 7.4.3. Détermination de l'acceptabilité des accidents majeurs

Aucun des phénomènes dangereux n'a été qualifié d'accident majeur, aussi dans le cas du projet SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, la grille d'appréciation de « l'acceptabilité du risque » reste vide.

Tableau 42 : Positionnement des accidents majeurs du site d'étude sur la grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des accidents majeurs (couple Gravité/Probabilité)

Gravité des Conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Orange	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Le fonctionnement du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas ne sera pas à l'origine d'un risque d'accident majeur aussi, aucun des scénarios identifiés et analysés au cours de l'analyse ne nécessite d'être positionné sur la grille d'acceptabilité du risque.

## 7.5. Synthèse de l'Analyse Détaillée des Risques

La démarche d'élaboration puis de restitution écrite de l'Analyse des Risques qui constitue le cœur de l'Etude de Dangers a été menée de façon proportionnée aux enjeux du projet de la société SPV du Menez de Plougastel-Daoulas.

Cette démarche s'est déroulée autour des grands principes proposés par l'INERIS dans le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs – Etude de Dangers d'une installation classée » dit Ω-9 qui peut être résumée de la façon suivante.

- Le principe de proportionnalité a été appliqué au regard du fort retour d'expérience acquis par le demandeur en matière de conduite de ce type d'installation mais aussi de l'existence du site, et enfin de l'expertise apportée par le Bureau d'Etudes Conseil.
- Le travail d'identification, de justification et de caractérisation des potentiels de dangers de l'établissement n'a pas engendré de difficulté majeure au regard de la parfaite connaissance (issue de la littérature comme du retour d'expérience) des enjeux liés aux produits/mélanges/substances/déchets en présence comme des procédés tout comme des phénomènes dangereux (aléas) internes comme externes.
- Une littérature importante concernant l'accidentologie du secteur d'activité de la gestion des déchets et des mesures génériques et spécifiques (barrières) permettant d'éviter ou réduire les risques ou le cas échéant d'atténuer leurs conséquences.
- Le recours à des méthodes éprouvées et à des outils adaptés pour mener l'analyse de risques en coordination permanente entre l'exploitant et le Bureau d'Etudes.
- Le recours à une cotation harmonisée au niveau national (notamment précisée dans l'arrêté du 29 septembre 2005) pour caractériser les effets des phénomènes dangereux à la fois en termes d'intensité que de cinétique mais aussi consécutivement la gravité des conséquences et la probabilité d'occurrence.
- Une réflexion poussée autour des mesures visant à maîtriser les risques tant en termes de nombres que de performance des barrières de sécurité envisagées notamment de leur temps de réponse en fonction de la cinétique d'apparition et de propagation des phénomènes dangereux.
- Une réflexion poussée également autour de la thématique de réduction des risques à la source au travers de quatre axes de progression majeurs « Substitution/Intensification/Atténuation/Limitation des effets ».
- Une prise en compte quantitative des atteintes accidentelles sur les enjeux humains.

Dans le cas du projet de la société SPV du Menez sur son site de Plougastel-Daoulas, la réalisation de l'Etude de Dangers a été relativement aisée au regard notamment de la connaissance des déchets admis sur le site et des procédés à mettre en œuvre. Cette aisance concourt également d'un environnement peu contraignant, mais aussi de la « simplicité » des modélisations réalisées.

Cette Etude de Dangers permet de constater que la société SPV du Menez devra disposer de moyens matériels et humains, en prévention et en intervention, nécessaires à la maîtrise de ces risques.

Ces mesures font l'objet d'une description dans le titre suivant.

## 8. MESURES DE PREVENTION ET D'INTERVENTION

---

L'analyse des risques menée dans le cadre du projet de la société SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, objet du chapitre précédent, a permis d'identifier les potentiels de dangers internes et externes qui pourraient conduire à une situation de risque et d'en évaluer consécutivement les effets en termes de probabilité d'occurrence, de cinétique, d'intensité et de la gravité des conséquences.

Cette évaluation a été menée notamment en relation avec les mesures de maîtrise des risques envisagées par SPV du Menez aussi bien en matière de prévention que de protection et d'intervention.

Le chapitre final de l'Étude de Dangers a pour vocation de présenter les principales mesures de prévention des risques et d'intervention contre les effets des phénomènes de dangers projetées sur ce site.

### 8.1. Moyens de prévention des risques et de protection contre les effets

#### 8.1.1. *Engagement de la direction en faveur de la réduction des risques*

La direction de SPV du Menez s'engagera dans une politique volontariste en matière de management de ses établissements dans les domaines de la qualité, de la sécurité et de l'environnement.

Cette volonté se traduit par le déploiement sur ces différents sites du groupe d'un système de management intégré (SMI) et notamment d'un système de management de la sécurité (SMS).

Ce système de management, qui prend notamment en compte la gestion des risques pour la sécurité et pour l'environnement, sera déployé sur le site de Plougastel-Daoulas avec pour vocation à être certifié selon les Normes en vigueur.

Un service QHSE constitué de plusieurs personnes qualifiées dans ce domaine est en charge de l'animation de cette politique volontariste du groupe sur les différents sites, composé notamment d'un chargé de mission environnement, d'une technicienne spécialisée en Qualité, d'un technicien « déchets et environnement ».

#### 8.1.2. *Dispositions constructives en matière de réduction des risques et des effets*

La majorité des mesures constructives détaillées dans ce titre ont pour vocation à limiter les effets d'une situation accidentelle, en d'autres termes de veiller à limiter les effets d'un phénomène dangereux envisagé.

##### 8.1.2.1. *Distances d'éloignement réglementaires*

Aucun texte réglementaire n'impose de distances d'éloignements des installations du site par rapport aux limites de propriété.

##### 8.1.2.2. *Résistance des bâtiments aux effets thermiques*

Les murs des fosses de stockage et réception de la chaufferie seront conçus en matériaux coupe-feu 2h. Cependant les dimensions varient d'un bâtiment à l'autre. Ces éléments ont été pris en compte au moment de caractériser l'intensité des phénomènes dangereux retenus suite à l'analyse préliminaire des risques.

### 8.1.2.3. *Étanchéité et rétention des stockages*

L'intégralité de la surface du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas exploitée pour les activités de gestion des déchets sera couverte par de l'enrobé routier ou par des dalles en béton.

Des espaces verts seront également préservés, et dans leur cas aucune activité, ni aucune circulation / stationnement d'engins, n'y sera autorisée.

Pour les aires à imperméabiliser, l'enrobé routier sera privilégié pour ses facultés de roulement aux engins roulants, tandis que le béton sera privilégié sur les secteurs où seront temporairement entreposés des produits ainsi que pour le sol du bâtiment en raison de la faculté de ce matériau à résister aux frottements.

Aucun déchet liquide ne transitera sur le site.

Par ailleurs, des réserves de produits absorbants seront disponibles à différents endroits sur le site permettant d'agir en cas d'écoulement légers et notamment à proximité des rétentions.

Enfin, aucune cuve enterrée ne sera implantée sur le site.

### 8.1.2.4. *Dispositif de protection contre la foudre*

Conformément aux dispositions de l'article 18 de 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, la société SPV du Menez fera réaliser une Analyse du Risque Foudre prenant en compte les infrastructures du projet de Plougastel-Daoulas. Cette analyse, selon ses conclusions, pourra être suivie d'une Etude Technique dimensionnant les éventuels systèmes de protection nécessaires.

Les préconisations de ces études seront strictement suivies par la société SPV du Menez qui intégrera dans la conception du / des bâtiments les éventuels dispositifs de protection contre la foudre.

Les documents associés seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pour justifier de la prise en compte de ce risque.

### 8.1.2.5. *Accessibilité au site*

L'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sera accessible à partir d'une route départementale dégagée permettant sa desserte rapide par les axes routiers de grande importance.

Dans le cadre du projet, la clôture périphérique et les accès seront mis en place.

Un portail de grande dimension sera aménagé dans la partie Sud-Ouest du site.

Les dimensions de cet accès rendront le site aisément accessible pour les poids lourds en lien avec l'exploitation, et donc, en cas de besoin, pour les engins de secours et d'intervention extérieurs (SDIS).

Sur le site, la circulation de ces engins sera aisée et permettra d'y faire demi-tour sans difficulté notamment au niveau de la cour centrale.

Une voirie permettra également de faire le tour entier du bâtiment de la chaufferie.

Concernant spécifiquement la fosse de regroupement du CSR associé à la chaufferie, un accès spécifique sera créé permettant sa vidange.

### 8.1.2.6. *Dispositifs de détection et d'avertissement*

L'établissement SPV du Menez sera équipé d'un système de détection automatique contre les incendies. Ce système permettra une détection précoce d'un départ de feu et avertira sans délai le personnel en charge de l'intervention/évacuation.

En dehors des horaires de fonctionnement de l'établissement, un gardien spécialisé assurera la surveillance du site par des rondes.

Le stockage de CSR en silo disposera d'une caméra thermique reliée à une alarme, permettant la détection précoce de tout phénomène d'échauffement sur ces stockages.

### 8.1.3. *Dispositions organisationnelles de réduction des risques et des effets*

#### 8.1.3.1. *Consignes de sécurité et d'exploitation*

Une documentation complète, notamment dans le cadre du système de management de la sécurité et de l'environnement qui sera déployé sur le site, intégrera et regroupera les consignes à adopter en matière de sécurité ainsi que les procédures d'exploitation rédigées et diffusées aux personnes intéressées.

Parmi cette documentation, et sans préjudice des dispositions du Code du Travail, ces consignes indiqueront :

- L'interdiction de fumer à l'intérieur des bâtiments et au niveau des zones à risques.
- L'interdiction de tout brûlage à l'air libre.
- L'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque, en dehors des situations encadrées par un « permis de feu ».
- Les précautions à prendre pour l'emploi et le stockage de produits incompatibles.
- Les consignes de situation d'urgence indiquant la conduite à tenir en cas d'incidents.
- Les consignes générales en cas d'incendie.
- Les consignes générales en cas de pollution accidentelle.
- Les consignes particulières relatives à l'alerte et à l'évacuation.
- La procédure de permis de feu préalable à la réalisation de toute intervention par points chauds, intégrant une levée de doute en fin d'intervention.
- Les consignes d'exploitation notamment en phases de démarrage et mise en sécurité des engins.
- La procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

Ces consignes seront établies, tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel.

Parmi ces consignes, une consigne d'urgence en cas d'incendie générale sera rédigée et mise à jour régulièrement afin de s'assurer de la rendre la plus opérationnelle possible. Cette consigne précisera notamment la localisation des moyens d'extinction. Cette consigne sera diffusée à chaque mise à jour et affichée au sein des locaux fréquentés par le personnel.

Plus spécifiquement, dans le cadre de l'application de ces consignes et dans certaines situations, les interventions effectuées sur le site pourront faire l'objet de « permis de feu » ou de « plan de prévention » afin de prévenir tout risque d'incendie ou d'explosion.

Le permis de feu sera établi pour tous travaux en point chaud sur l'ensemble du site et fera l'objet d'un document précisant les risques de l'intervention, les consignes, les protections et les moyens d'intervention en cas d'incendie. Ce permis sera signé par des personnes formées et habilitées avant exécution des travaux et l'entreprise extérieure pour chaque intervention. A la fin de l'intervention, une levée de doute sera assurée.

Un plan de prévention sera établi pour toute intervention d'une entreprise extérieure relevant du décret du 20 février 1992 et reprendra la liste des travaux à effectuer, la nature des risques encourus, les mesures de prévention et de protection individuelle à adopter, les horaires d'intervention, les personnes à prévenir en cas d'urgence.

Certaines opérations pourront faire l'objet de protocoles de sécurité aux premiers rangs desquelles le déchargement de déchets dangereux et le dépotage de carburants. Dans tous les cas, du personnel SPV du Menez sera présent durant ces opérations.

#### 8.1.3.2. *Organisation de l'évacuation*

L'évacuation du personnel, en cas de déclenchement d'un signal sonore, sera organisée par consignes et encadrée par du personnel spécifiquement formé (le cas échéant par des SST / guides files).

Ce personnel sera réparti dans les différents secteurs du site. Dans le bâtiment, les cheminements seront balisés, notamment en cas de perte d'énergie, par des blocs autonomes d'éclairage de secours disposés aux endroits stratégiques afin de diriger au mieux le personnel.

#### 8.1.4. *Maintenance des installations et des équipements*

La maintenance des installations et des équipements est un point clef dans la prévention des risques industriels. Dans le cadre de l'exploitation du site d'étude, la maintenance concernera aussi bien les systèmes « potentiellement dangereux » que les « équipements d'intervention ».

La maintenance des installations concernera au premier lieu les installations électriques qui sont l'une des sources d'ignition privilégiées. Ces équipements seront installés selon les normes en vigueur et sont annuellement vérifiés par un organisme compétent, objet d'un rapport conservé sur site. Les installations qui présentent une partie conductrice qui même hors tension peut faire transiter du courant notamment en cas de défaut, est « mise à la terre ».

De la même manière, les engins de manutention seront entretenus et vérifiés selon les conditions réglementaires et les préconisations du constructeur car ils peuvent également être source d'ignition (flamme, étincelle, échauffement).

Concernant les moyens d'intervention internes contre les phénomènes dangereux, notamment contre les incendies développés dans le titre suivant, eux aussi feront l'objet d'une maintenance périodique.

Cette maintenance et ces vérifications concerneront les équipements de détection ainsi que les extincteurs et le réseau de RIA (Robinets Incendie Armés).

Pour cette maintenance une entreprise spécialisée, et accréditée, sera mandatée.

### 8.1.5. *Formation/information/sensibilisation des personnels*

La société SPV du Menez dispensera un parcours de formation à l'attention de son personnel pour s'assurer de la maîtrise des risques inhérents au facteur humain.

En premier lieu, à l'embauche, la société assurera à chaque nouvel employé un accueil sécurité comprenant :

- Une formation générale sur la sécurité.
- Une information sur l'organisation sécurité du site.

Ensuite, en fonction des nécessités liées aux tâches confiées des formations spécifiques et leur recyclage seront dispensées en internes ou en externes :

- Conduite des chariots (CACES).
- Travail en hauteur, et/ou en nacelle.
- Habilitations électriques.
- Conduite des véhicules routiers (FCO).

Une partie du personnel sera également sensibilisée / formée à l'intervention au travers de la manipulation des équipements d'intervention (extincteurs notamment) comme de l'intervention sur les personnes (Sauveteurs Secouristes du Travail (SST) / guide file - serre file.

### 8.1.6. *Gestion des entreprises extérieures*

La gestion des interventions des entreprises extérieures sera primordiale pour la sécurité du site.

En effet, ces intervenants ne seront pas intégrés à la culture sécurité qui sera déployée sur le site de Plougastel-Daoulas. Leurs actions et comportements pourraient donc être contraires aux consignes mises en œuvre sur le site.

Dans ce cadre, SPV du Menez mettra en œuvre les moyens nécessaires afin de sensibiliser de façon spécifique les intervenants d'entreprises extérieures, notamment au travers :

- De consignes de sécurité spécifiques à l'égard des entreprises intervenantes.
- De plans de prévention (détaillés précédemment).
- De protocoles de sécurité pour les opérations de livraison et d'expédition.

## 8.2. Moyens d'intervention internes et externes

### 8.2.1. *Moyens d'intervention internes*

L'hypothèse qui consiste à envisager que les moyens de prévention soient insuffisants ou défaillants et qu'un sinistre débute sur le site ne doit pas être écartée. Dans ce sens, l'accidentologie présentée dans l'analyse des risques indique en effet que des interventions internes sont assez courantes dans le cas de la survenance d'un accident dans les installations classées, et notamment dans les installations en lien avec la gestion des déchets.

Ainsi en mesures de rattrapage des moyens de prévention et de protection décrites dans le titre précédent, plusieurs types de moyens humains et matériels d'intervention seront déployés sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas afin d'intervenir en première approche, sur un départ de feu notamment ou toute autre situation accidentelle.

### 8.2.1.1. Moyens humains d'intervention internes

Comme cela a été décrit précédemment, une partie du personnel qui sera présent sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sera sensibilisée et formée à l'intervention en situation accidentelle.

Cette formation intègrera à l'échelle du groupe SPV du Menez la manipulation des équipements d'intervention (des extincteurs notamment) mais aussi et en priorité l'intervention sur les personnes au travers des Sauveteurs Secouristes du Travail (SST). Cette formation intègrera également le risque chimique.

Ces formations / sensibilisations auront vocation à mettre en situation le personnel pour qu'il puisse :

- Prévenir ou faire prévenir les secours extérieurs.
- Faire évacuer les locaux / bâtiments.
- Intervenir sur un départ de feu en vue d'éviter si possible la propagation d'un sinistre avec toutefois pour consigne de ne jamais s'exposer.

Ces formations se feront donc pour le personnel de Plougastel-Daoulas, au travers d'une formation initiale recyclée périodiquement (dans les conditions réglementaires, normatives ou d'usage).

Des exercices pratiques de simulation incendie et d'évacuation seront également organisés.

### 8.2.1.2. Moyens d'intervention internes : extincteurs

L'établissement SPV du Menez sera équipé d'un parc d'extincteurs adaptés aux risques à défendre et implantés aux endroits les plus adéquats.

Ces équipements seront choisis et implantés en conformité avec les dispositions du Code du Travail (notamment l'article R. 4227-29) et lorsque cela sera pertinent en conformité avec la règle APSAD R4.

Leur choix se fera notamment au regard des risques spécifiques identifiés par zone pour déterminer les agents d'extinction les plus appropriés aux risques à combattre et compatibles avec les matières stockées.

Leur implantation se fera à des endroits bien visibles, facilement accessibles et à proximité des dégagements.

Pour rappel les différents types de feux et agents d'extinction recommandés peut être illustrés de la façon suivante :

Catégorie d'Incendie	Type d'Incendie	Extincteur approuvé
 Combustibles ordinaires		Type A; Type A-B
 Liquides inflammables		essence, peintures, huiles, graisses
 Équipement électrique		Cablage, coffret à fusibles
 Métaux combustibles		Métaux
		Friteuses commerciales
		*Produit chimique mouillant

Figure 30 : Choix de l'agent extincteur en fonction du type de feu

Le choix et l'implantation de ce matériel fera l'objet d'une prestation auprès d'une société spécialisée qui aura également la mission de réaliser les plans de localisation des extincteurs à afficher dans les bâtiments au niveau des endroits de passage et visibles de tous.

Ces extincteurs seront adaptés au risque à défendre dans le secteur où ils seront implantés : à poudre, à eau pulvérisée, à eau avec additifs ou à CO<sub>2</sub> selon le type de combustible considéré.

Au-delà de leur installation initiale, et comme le prévoit la réglementation du travail, ces appareils de première intervention seront vérifiés annuellement par une entreprise spécialisée.

Une partie du personnel du site SPV du Menez sera formée au maniement des extincteurs et aux gestes de premiers secours (SST) comme détaillé précédemment. Les coordonnées des services de secours les plus proches (pompiers, SAMU, médecin, ambulance, etc.) seront également affichées.

### 8.2.1.3. Moyens d'intervention internes : Robinets Incendie Armés (RIA)

En cas de départ de feu de plus grande importance, l'usage d'une source d'eau d'extinction plus importante pourra être nécessaire.

A cet effet, un réseau de Robinets d'Incendie Armés, dit RIA, sera implanté sur le site au niveau du bâtiment de la chaufferie.

Conformément au référentiel APSAD R5, ces équipements seront implantés à proximité des issues, et disposés de telle sorte qu'un foyer puisse être attaqué simultanément par deux lances sous deux angles différents. Ils seront par ailleurs utilisables en période de gel.

Comme pour les extincteurs, les caractéristiques techniques du matériel, leur implantation, les sources d'eau et le réseau de canalisations seront l'objet d'une prestation de service passée auprès d'un organisme spécialisé et compétent dans le domaine.

Ces appareils feront eux aussi l'objet d'opérations de surveillance, de vérification et de maintenance.

### 8.2.1.4. Moyens d'intervention internes

#### 8.2.1.4.1. Dimensionnement des besoins en eau d'extinction

L'objet du document technique « D9 » édité par le CNPP (Centre National de Prévention et de Protection), le FFSA (Fédération Française des Sociétés d'Assurance) et l'INESC (Institut National d'Etudes de la Sécurité Civile) « Défense extérieure contre l'incendie - Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau » est de fournir, par type de risque, une méthode permettant de dimensionner les besoins en eau minimum nécessaire à l'intervention des services de secours extérieurs.

Le dimensionnement des besoins en eau est basé sur l'extinction d'un feu limité à la surface maximale non recoupée et non à l'embrasement généralisé du site.

Ce guide concerne notamment les risques industriels (titre 4 du guide D9) et peut donc être utilisé pour le calcul des besoins en eau d'extinction du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas.

Dans le cadre de ce projet, le besoin en eau d'extinction spécifique calculé selon une note de calcul reprenant le « guide pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie dit D9 » est reportée en annexe.

Le détail du calcul des besoins en eau d'extinction est l'objet d'une note de calcul reportée en annexe.

*Annexe 4 : Note de calcul D9 : dimensionnement des besoins en eau pour l'extinction d'un incendie*

La quantité d'eau nécessaire à l'extinction d'un incendie généralisé de la fosse du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas s'établit à 90 m<sup>3</sup> par heure soit 180 m<sup>3</sup> pour une durée d'extinction de 2 h.

Au regard de l'accidentologie du secteur d'activité, ce besoin apparaît adapté en termes de dimensionnement.

#### 8.2.1.4.2. Adéquation des ressources disponibles au besoin en eau d'extinction

En matière de risques industriels, les moyens de lutte contre l'incendie doivent être appropriés aux risques, et compléter les équipements légers par des moyens en eau plus conséquents qui peuvent être couverts par des prises d'eau/poteaux ou bouches d'incendie normalisés, ou à défaut par une réserve d'eau fixe.

Dans l'un et l'autre des cas, les prises de raccordement doivent être conformes aux normes en vigueur pour permettre aux services d'incendie et de secours de s'alimenter sur ces points d'eau incendie.

Aussi, afin de satisfaire les besoins en eau pour l'extinction d'un incendie calculés selon la D9 comme décrit au titre précédent, la société SPV du Menez implantera sur son site de Plougastel-Daoulas une réserve d'eau incendie, de type Citerneo ou équivalent, d'un volume unitaire de 180 m<sup>3</sup>.

Cette réserve sera implantée au niveau de l'entrée du site, donc à proximité des risques à défendre, et accessibles par les voiries de circulation.

La ressource en eau d'extinction nécessaire calculée selon le guide pratique D9 sera ainsi satisfaite.

#### 8.2.1.5. *Moyens d'intervention internes : dispositif d'extinction automatique sur les bandes de convoyage de l'unité de valorisation des CSR*

L'unité de valorisation des Combustibles Solides de Récupération sera pourvue de bandes de convoyage destinées à transporter le combustible en différents points (depuis le lieu de déchargement vers le lieu de stockage, puis depuis le stockage vers la chambre de combustion).

Les bandes transporteuses peuvent être le siège d'un départ de feu provoqué par un frottement mécanique par exemple.

La bande transporteuse d'alimentation de l'unité de valorisation du CSR sera protégée par un système d'extinction automatique afin de permettre une intervention immédiate en cas de début de sinistre.

#### 8.2.1.6. *Moyens d'intervention internes : dispositifs de rétention des déversements accidentels*

L'accidentologie développée précédemment indique que le risque de déversement en cas de perte de confinement des contenants de produits dangereux se rencontre assez couramment dans les ICPE.

Aussi des moyens de protection internes seront pris pour la rétention des liquides stockés sur le site afin de contenir un éventuel déversement en cas de perte de confinement des contenants.

Ces mesures concerneront des catégories de liquides bien identifiées et notamment les produits dangereux liquides liés aux utilités, les effluents aqueux collectés sur le site, ainsi que les eaux d'extinction produites en cas d'incendie.

##### 8.2.1.6.1. Dispositifs de rétention des produits liquides stockés

Les sols des aires et des locaux de stockage seront étanches, incombustibles et équipés de façon à pouvoir recueillir les eaux de lavage et les matières répandues accidentellement.

Par ailleurs, les produits et déchets liquides seront stockés sur des capacités de rétention dont le volume sera, selon les règles de l'art en la matière, au moins égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 100 % de la capacité du plus grand réservoir.
- 50 % de la capacité globale des réservoirs associés.

Dans le cas précis des récipients de capacité unitaire inférieure à 250 litres, le volume de rétention est égal à la capacité totale des récipients dans un maximum de 800 litres et au-delà de 20 % de la capacité totale avec un minimum de 800 litres si cette capacité excède 800 litres.

Les dispositifs de rétention seront adaptés aux caractéristiques physiques et chimiques des produits qu'ils peuvent contenir, et ne seront pas communs dans le cas de stockage de produits chimiquement incompatibles.

Par ailleurs, des réserves de produits absorbants seront disponibles à différents endroits sur le site permettant d'agir en cas d'écoulement légers et notamment à proximité des rétentions.

Rappelons qu'aucune cuve de stockage de produits dangereux ne sera enterrée sur le site.

#### 8.2.1.6.2. Dispositifs de rétention des eaux produites en cas d'incendie

A l'image de la D9 susvisée, un second document technique également édité par le CNPP, le FFSA et l'INESC « Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction » existe dont l'objet est de fournir une méthode permettant de dimensionner les volumes de rétention minimum des effluents liquides pollués afin de limiter les risques de pollution pouvant survenir après un incendie.

En vertu de ce document, les éléments suivants sont à prendre en compte dans le calcul des volumes de rétention :

- Volumes d'eau nécessaires pour les services extérieurs de lutte contre l'incendie.
- Volumes d'eau nécessaires aux moyens de lutte intérieure contre l'incendie.
- Volume d'eau lié aux intempéries.
- Volumes des liquides inflammables et non inflammables présents dans la cellule la plus défavorable.

Dans le cas du projet de Plougastel-Daoulas, le besoin en rétention des eaux d'extinction calculé selon le « guide pratique de dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction dit D9A » est reporté en annexe.

*Annexe 5 : Note de calcul D9A : Dimensionnement du volume de rétention des eaux d'extinction*

**Le volume à mettre en rétention en cas d'incendie sur le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas serait, sur la base des besoins en eau d'extinction du stockage de CSR, de 1 580 m<sup>3</sup>.**

Afin de satisfaire à ce nécessaire confinement des eaux d'extinction incendie, le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas réalisera un bassin et le mettra en étanchéité. Le réseau de collecte des eaux pluviales dirigera les eaux et écoulements vers ce bassin.

**Le volume du bassin du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas, de 1 600 m<sup>3</sup>, sera très largement suffisant pour retenir les eaux d'extinction incendie calculés selon la D9A.**

Ce bassin sera sectionnable par une vanne de confinement permettant de retenir cet effluent en attente d'analyse.

## 8.2.2. Moyens d'intervention extérieurs

L'hypothèse qui consiste à envisager que les moyens matériels internes, malgré leur dimensionnement selon les règles de l'art et les référentiels ad hoc, et humains internes, par la formation du personnel, soit insuffisant ne peut pas être écartée.

Dans ce sens, l'accidentologie présentée dans l'analyse des risques indique que l'intervention de services de secours externes est courante dans le cas de la survenance d'un accident dans les installations classées et notamment dans les installations en lien avec la gestion des déchets, avec parfois des moyens importants déployés.

Aussi, dans le cas de figure d'un sinistre ne pouvant pas être maîtrisé en interne, le recours à des moyens externes seraient sollicités. Ainsi, en premier lieu un moyen permettant d'alerter les services d'incendie et de secours sera rendu disponible.

Afin de répondre à ces besoins, et en référence aux dispositions prises récemment en matière de mesures de protection des installations classées, ces moyens comprendront :

- De la documentation tenue à disposition des services d'incendie et de secours (plans des locaux à risque et description du dangers, localisation des moyens de protection incendie, consignes pour l'accès des secours aux différents locaux internes).
- Des moyens de lutte contre l'incendie adaptés aux risques (types prises d'eau, poteaux ou bouches d'incendie, ou à défaut des réserves d'eau).
- Des moyens d'accès facilités aux différentes parties de l'établissement.

### 8.2.2.1. Moyens d'alerte des services d'intervention extérieurs

L'établissement SPV du Menez de Plougastel-Daoulas sera raccordé aux réseaux de communication téléphonique et internet. Ce réseau sera repris pour équiper les futures installations et notamment les bâtiments.

En cas de coupure d'alimentation électrique ou téléphonique, ces réseaux pourraient toutefois être rendus inopérants. Cette hypothèse n'aura toutefois pas pour conséquence d'isoler le site en la matière puisque plusieurs membres du personnel disposeront de téléphones portables.

Ainsi, l'établissement SPV du Menez disposera de plusieurs moyens permanent pour alerter les services d'intervention externes.

### 8.2.2.2. Accessibilité au site par les services d'intervention extérieurs

Comme cela a été décrit précédemment, l'établissement SPV du Menez sera accessible aux services d'intervention extérieurs via un portail aménagé en entrée de site.

Cet accès présentera une largeur nécessaire à une circulation aisée des engins lourds. En effet, sa vocation est de permettre le trafic des poids lourds en lien avec l'exploitation du site.

Les engins des services de secours extérieurs peuvent et pourront ainsi accéder aisément au site.

En interne les caractéristiques dimensionnelles des voiries permettront leur circulation et plusieurs endroits permettront le demi-tour des engins sans difficulté majeure.

Ces voiries permettent et permettront de desservir les différents secteurs du site, mais aussi de faire le tour complet du bâtiment de tri / valorisation.

### 8.2.2.3. *Documentation mise à disposition des services d'intervention extérieurs*

Dans le cadre du système documentaire qui sera mis en place sur le site, la société SPV du Menez constituera une documentation interne détaillée et fiable nécessaire aux services d'intervention extérieurs.

Cette documentation sera disponible au niveau du bâtiment administratif

Cette documentation intégrera notamment les plans des locaux associés à la description des dangers et à leurs accès. Un plan particulier permettra la localisation des risques.

Cette documentation précisera également la présence et l'emplacement des moyens de protection et d'intervention contre les incendies et contre les déversements accidentels.

### 8.2.2.4. *Moyens matériels et humains du SDIS 29*

En fonction des résultats de la première intervention interne sur un départ de sinistre, et dans la mesure où celle-ci ne suffirait pas, des moyens extérieurs pourront être sollicités.

Les moyens humains du SDIS 29 se composent (en 2020) de 476 sapeurs-pompiers professionnels épaulés par 2147 sapeurs-pompiers volontaires et complétés par 126 personnes affectées aux services administratifs et techniques.

Ces personnels se répartissent entre différentes implantations dont 60 centres d'incendie et de secours (CIS) répartis en 7 compagnies (Douarnenez, Concarneau, Quimperlé, Châteaulin, Carhaix, Lesneven, Morlaix) et de 2 centres de secours principaux à Brest et Quimper.



Figure 31 : Découpage territorial des compagnies du SDIS 29

D'un point de vue technique et opérationnel, chaque membre du SDIS 29 dispose des Equipements de Protection Individuel (EPI) adaptés à sa morphologie et aux risques à défendre.

Le parc de véhicules et matériels du SDIS 29 se compose de : 32 BLS (Bateau Léger de Sauvetage), 4 BPL (Bateau de Plongée), 11 BRS (Bateau de Reconnaissance et de Sauvetage), 54 CCF (Camion Citerne Feu de forêt), 10 CCGC (Camion Citerne Grande Capacité), 4 Cellules EAU, 3 FPTL (Fourgon Pompe Tonne Léger), 55 FPT (Fourgon Pompe Tonne), 21 FPTSR (Fourgon Pompe Tonne Secours Routiers), 3 EPC (Echelle Pivotante Combinée), 16 EPAS (Echelle Pivotante Automatique Séquentiel), 77 VSAV (Véhicule de Secours et d'Assistance aux Victimes), 15 VSR (Véhicule de Secours Routiers), 3 VSR M, 26 VLHR (Véhicule de Liaison Hors Route), 94 VLU (Véhicule Léger utilitaire), 74 VL (Véhicule Léger), 1 Cellule sauvetage déblaiement, 2 Cellules Emulseur avec Salamandre, 2 Cellules Réserve Emulseur, 2 Cellules Tout Usage, 1 Cellule mobile d'Intervention Chimique, 2 Cellules Dépollution, 2 Cellules PMA (Poste Médical Avancé), 3 Cellules Dévidoirs, 2 Cellules Assistance Respiratoire, 1 Cellule Exploration, 1 Cellule Grue, 1 Cellule feu de forêt, 4 Remorques Balisage, 4 Remorque Point Zéro, 2 Remorques PMA, 1 Remorque Feu de navire, 1 Remorque VGD (Ventilateur Grand Débit), 2 Remorques secours routiers, 2 Remorques groupes électrogènes, 1 Remorque sauvetage déblaiement, 2 Remorques tout usage, 1 Remorque Epuisement.

En cas d'accident industriel, le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas serait défendu en premier appel par le Centre de Secours de Landerneau situé rue ingénieur Jacques Frimot. Ce CIS regroupe 54 pompiers volontaires et opère environ 1800 à 2000 interventions par an.

Le temps de parcours entre ce CIS et le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est estimé à environ 10 minutes (par la RD29) aussi l'intervention des sapeurs-pompiers serait rapide.

En cas de besoin de moyens plus conséquents, le site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas est à environ 15 min de route du Centre de Secours Principal de Brest Kerallan.

## 9. CONCLUSION

---

Au travers de cette étude de dangers, SPV du Menez a procédé à l'évaluation du niveau de maîtrise des risques associés aux installations et activités projetées sur son site de Plougastel-Daoulas.

Après une description approfondie du site, de son environnement et de ses installations, les potentiels de dangers ont été passés en revue, autant les agresseurs externes (naturels et technologiques) que les potentiels de dangers internes.

Les potentiels de dangers identifiés ainsi que l'analyse de l'accidentologie sur des installations similaires ont permis d'alimenter l'Analyse Préliminaire des Risques, processus qui a identifié 10 scénarii d'accident, leurs causes, conséquences et mesures de prévention et de protection.

Le processus de l'APR a également permis d'évaluer ces scénarii de façon qualitative afin de les prioriser et de sélectionner ceux dont une analyse plus fine était nécessaire au regard de leur potentiel danger intrinsèque (probabilité d'occurrence et gravité des effets) et de leur niveau de maîtrise.

Le scénario retenu pour la phase de caractérisation en intensité était :

- Scénario 7 : Incendie généralisé au niveau du stockage de CSR

Après quantification des phénomènes, il apparaît que les zones d'effets générées par ces scénarios ne sortent pas des limites de propriétés, n'atteignent aucun tiers et n'ont aucune conséquence sur les éléments vulnérables internes du site ni sur les intérêts environnementaux.

Ainsi, les installations et activités associées au projet ne présenteront pas de risques inacceptables ou nécessitant la mise en œuvre d'une démarche de réduction des risques supplémentaire.

Notons par ailleurs que la société SPV du Menez déploiera sur son site de Plougastel-Daoulas des mesures de prévention et de protection à même d'assurer une maîtrise des risques.

## Annexe 1 - Analyse du risque foudre et Etude technique – RG Consultant

---

333 cours du 3<sup>ème</sup> Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France  
Bâtiment Le Pôle – 2<sup>ème</sup> étage  
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)

8 rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France  
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)



## ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

### SPV DU MENEZ PLOUGASTEL-DAOULAS (29)

## SPV DU MENEZ PLOUGASTEL-DAOULAS (29)

Référence document
RGC 30 085

**RESUME :**

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre de la future chaufferie au CSR de la société **SPV DU MENEZ** en projet sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS** dans le département du **Finistère (29)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **NEODYME BREIZH** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Société : RG CONSULTANT Date : 23/04/2024 	Nom : <b>Mohamed-Amin KENZARI</b> Société : RG CONSULTANT Date : 23/04/2024 Visa 	<b>B</b>

**DIFFUSION :**

<p><b>NEODYME BREIZH</b></p> <p>34 rue Léopold Sédar Senghor, 29900 Concarneau</p>	<p><b>RG CONSULTANT Arc Atlantique</b></p> <p>8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : <a href="mailto:info@rg-consultant.com">info@rg-consultant.com</a></p>
--	--

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 085	08/03/2024	Analyse du Risque Foudre
B	RGC 30 085	23/04/2024	Révision suite remarques NEODYME

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR NEODYME BREIZH**

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Extrait : 23/04/2024 DDAE du 01/12/2023
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	Extrait APS du 02/08/2023 2310370-AC_Masse projet.dwg
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Non	

**Tableau 1 : Liste des documents**

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **NEODYME BREIZH**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- Certaines installations ou process ne nous ont pas été présentés,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
<b>2. PRESENTATION GENERALE DU SITE .....</b>	<b>6</b>
2.1 GENERALITES .....	6
2.2 PERSONNEL SUR SITE .....	7
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS .....	7
2.3.1 Réseau Normal .....	7
2.3.2 Réseau Secouru .....	7
2.3.1 Réseau Ondulé .....	7
2.3.2 Réseau photovoltaïque .....	7
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES .....	7
2.5 PROTECTION INCENDIE .....	7
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS .....	8
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE .....	8
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES .....	8
<b>3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES .....</b>	<b>9</b>
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES .....	9
3.2 NORMES DE REFERENCES .....	9
<b>4. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>10</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	10
4.2 LIMITE DE L'A.R.F .....	11
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 .....	11
<b>5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES .....</b>	<b>14</b>
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES .....	14
5.2 POTENTIELS DE DANGER .....	15
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION .....	16
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS .....	17
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES .....	18
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre .....	19
<b>6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>20</b>
6.1 DONNEES GENERALES .....	20
6.2 BLOC CHAUFFERIE .....	21
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure .....	21
6.2.2 Données et caractéristiques des services .....	22
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone .....	23
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) .....	27
<b>7. SYNTHÈSE .....</b>	<b>30</b>

## **ANNEXES**

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

**Annexe 2** : Lexique

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Objet

Dans le cadre du développement de ses activités et pour répondre aux attentes de ses clients, la société **SPV du Menez** souhaite implanter sur son site de **Plougastel-Daoulas** une Unité de production d'énergie au CSR.

L'objet de la présente demande d'autorisation environnementale concernera principalement un bâtiment accueillant une fosse de réception et la chaufferie en elle-même.

C'est dans ce cadre qu'une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

Le site est soumis à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

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

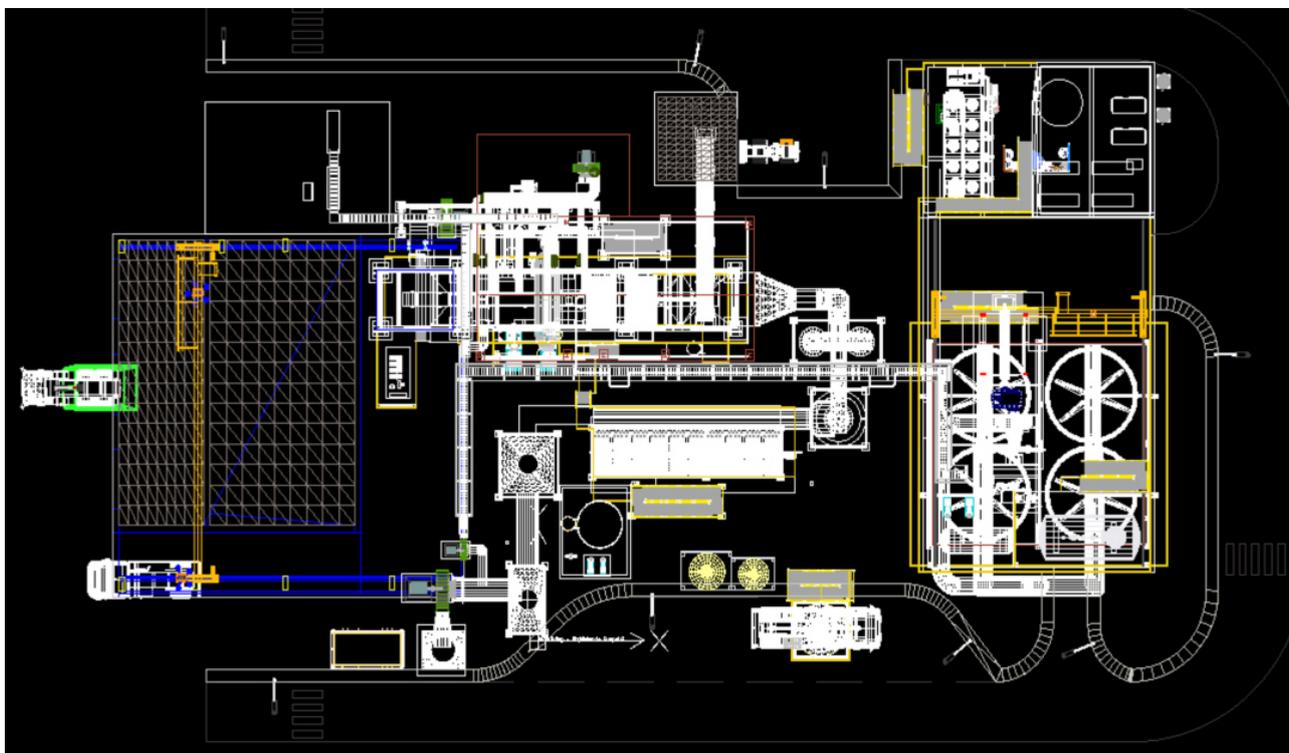
L'Étude Technique ultérieure permettra de définir précisément les solutions de protection contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

## 2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

### 2.1 Généralités

La **CHAUFFERIE CSR** en projet sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS (29)** sera composée de :

- Une installation de combustion pour production de chaleur à parti de combustibles solides de récupération (CSR en fosse) (Zone Chaudière) abritant la cheminée de 30m, la chaudière, le traitement des fumées et le groupe turbo-alternateur,
- Des installations annexes ( pont bascule...)



*Figure 1: Plan de masse du site*

## 2.2 Personnel sur site

Le site a un effectif total d'environ 10 personnes.

Structure	Nombre de personnes exposées à un instant T
Chaufferie	≤10 personnes

Tableau 2 : Personnel sur site

## 2.3 Caractéristiques des courants forts

### 2.3.1 Réseau Normal

Nous ne disposons d'aucune information à ce stade du projet et considérons que le projet sera alimenté en haute tension 20kV vers un transformateur HT/BT prévu au sein des installations.

Nous considérons également que le site sera doté d'un poste BT/HT destiné à la réinjection sur le réseau de l'électricité produite par le GTA.

### 2.3.2 Réseau Secouru

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

### 2.3.3 Réseau Ondulé

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

### 2.3.4 Réseau photovoltaïque

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

## 2.4 Caractéristiques des courants faibles

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

Les lignes de sécurité suivantes seront prises par défaut :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance.

## 2.5 Protection incendie

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

Nous considérons néanmoins les moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Centrale de détection incendie.

## 2.6 Mise à la terre des installations

La mise à la terre à fond de fouille n'est pas déterminée sur site à ce stade de l'étude.

## 2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Bloc Chaufferie	Alimentation HT	1 000	Poste de livraison	Souterrain
	Alimentation BT	1 000	Éclairage extérieur/ pont bascule/station carburants	Souterrain
	Courants faibles	1 000	Liaison ORANGE	Souterrain

**Tableau 3 : Réseaux**

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que  $L_c = 1000$  m.

## 2.8 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Bloc Chaufferie	Canalisation Gaz	A définir	A définir
	Canalisations Eaux Usées	A définir	A définir
	Canalisations Eaux Pluviales	A définir	A définir
	Canalisations AEP	A définir	A définir
	Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour	A définir	A définir
	Canalisations CVC	A définir	A définir

**Source** : Selon Retour d'expérience

**Tableau 4 : Canalisations**

### **3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES**

#### **3.1 Textes réglementaires**

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

**Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010.

#### **3.2 Normes de références**

**NF EN 62 305-1** (C 17-100-1) – Novembre 2013 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

**NF EN 62 305-2** (C 17-100-2) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

**NF EN 62 305-3** (C 17-100-3) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

**NF EN 62 305-4** (C 17-100-4) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

## 4. MÉTHODOLOGIE

### 4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

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

- D1: blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas ;
- D2: dommages physiques (incendies, explosions, destructions mécaniques, émanations - chimiques) dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses ;
- D3: défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique de foudre.

Chaque type de dommage peut entraîner des pertes différentes dans la structure à protéger. Les types de pertes dépendent des caractéristiques de la structure et de son contenu. 4 types de pertes sont pris en considération :

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

**Tableau 5 : Différents types de pertes**

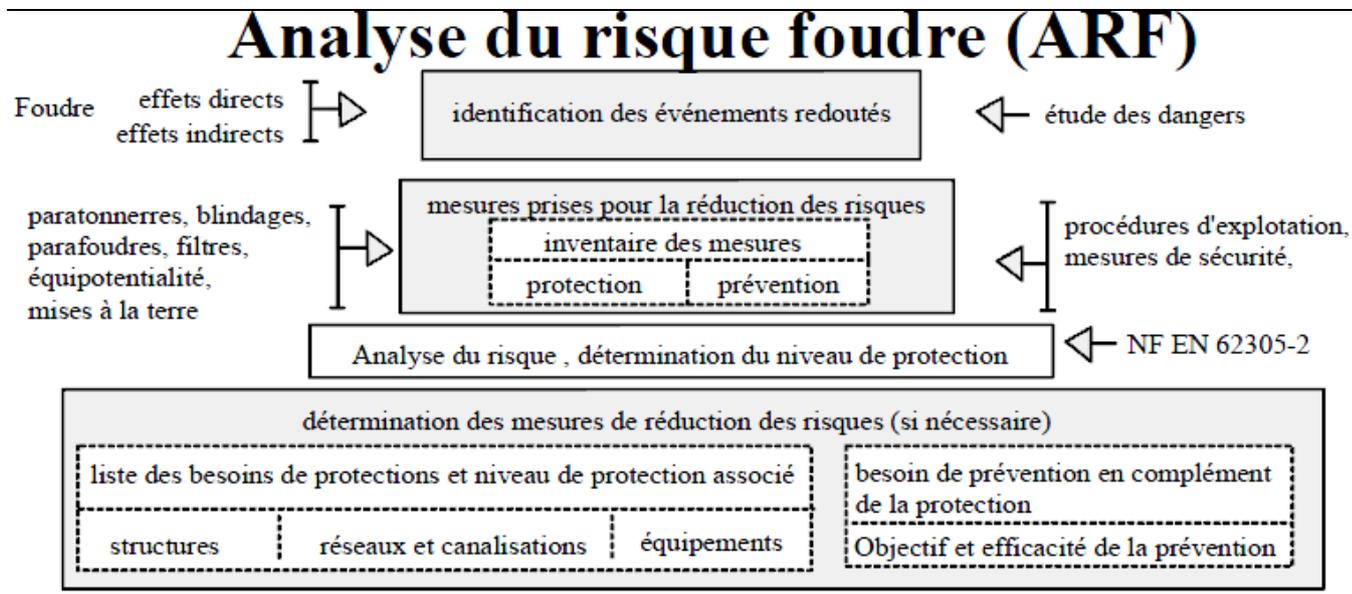
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- 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'Analyse du Risque Foudre 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.

L'Analyse du Risque Foudre ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car les mesures de prévention et les dispositifs de protection ne sont pas encore définis lors de cette étape.

L'Analyse du risque foudre objet de ce document se conformera au plan suivant :



**Figure 2: Structure de l'Analyse de Risque Foudre**

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

Dans le cadre réglementaire de l'arrêté, seul le risque R1 (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié.

En effet :

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

### 4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub> appropriés, voir explication ci-dessous.

$$\begin{array}{ccccccc}
 R1 & = & R_A + R_B + R_C^* & + & R_M^* & + & R_U + R_V + R_W^* & + & R_Z^* \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 & & \text{Impact sur la structure} & & & & \text{Impact à proximité du service} & & \\
 & & & & \text{Impact sur le service} & & & & \text{Impact à proximité de la structure}
 \end{array}$$

(\*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine.

Chaque composante de risque  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$  et  $R_Z$ , peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

Où

**N** désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre

**P** est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages

**L** est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
<b>Impact sur la structure (S1)</b>	$R_A$	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas
	$R_B$	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	$R_C$	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact à proximité de la structure (S2)</b>	$R_M$	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact sur un service connecté à la structure (S3)</b>	$R_U$	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	$R_V$	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	$R_W$	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)</b>	$R_Z$	Défaillances des réseaux internes

**Tableau 6 : Natures du risque**

- Acceptabilité du risque

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable ( $R_T$ ) à  $10^{-5}$ . Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Si  $R_1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire  $R_c$  afin qu'il soit  $\leq$  à  $R_T$ .

Si  $R_1 \leq R_T$

→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

- Mesures de réduction des risques

Les mesures de protection pour réduire les risques sont les suivantes :

Type de dommages	Mesures
<b>Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)</b>	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
<b>Dommages physiques (D2)</b>	- <b>Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)</b>
<b>Défaillances des réseaux internes (D3)</b>	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux - <b>Parafoudres associés ou coordonnés</b> - Equipotentialité et mise à la terre

**Tableau 7 : Mesures de protection pour réduire le risque**

## 5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

### 5.1 Situations réglementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont les suivantes :

N° Rubrique	Désignation de la rubrique	Nature de l'installation / activité et volumes en état futur	Régime
3520	<b>Élimination ou valorisation de déchets</b> dans des installations d'incinération des déchets ou <b>des installations de coïncinération des déchets</b> : a) Pour les déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure	Chaufferie CSR 19,9 MW PCI 8000 h/an <b>Soit une capacité supérieure à 3 tonnes / heure</b> (environ 5 tonnes / heure)	Autorisation
2971	<b>Installation de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux</b> préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible 1. Installations intégrées dans un procédé industriel de fabrication.	Chaufferie CSR Puissance : 19,9 MW PCI - 17 MW thermique Volume d'activité : 40 000 tonnes/an	Autorisation
2714-1	<b>Installation de transit, regroupement tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois</b> à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711 et 2719. Le volume susceptible d'être présent dans l'installation étant : 1. Supérieur ou égal à 1 000 m <sup>3</sup> .	Fosse de réception : 400 m <sup>3</sup> Stockage CSR (chaufferie) : 2 100 m <sup>3</sup> <b>Soit un total de 2 500 m<sup>3</sup></b>	Enregistrement

**Tableau 8 : Rubriques ICPE**

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

## 5.2 Potentiels de danger

Nous estimons qu'en raison des activités, les potentiels de dangers redoutés sont les suivants :

- **Chaufferie CSR :**

Phénomène dangereux redoutés	Application	Paramètre (Lfe)
Effets de surpression associés à l'explosion d'une substance	Non	Sans objet
Inflammation d'un nuage de gaz en champ libre (UVCE) ou dans une zone encombrée (VCE),	Non	Sans objet
Effets thermiques en cas de rupture ou fuite sur une canalisation calorifique ou sous pression	Non	Sans objet
Contamination de l'environnement par incendie, déversement ou combustion de produit chimique	Non	Sans objet
Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimique	Non	Sans objet
Incendie	Oui	A défaut d'information, nous considérons des effets sortants du site
Une perte du réseau CVC	Non	Sans objet
Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Oui	Non concerné
Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non	Sans objet

**Tableau 9 : Phénomènes redoutés**

### 5.3 Zones à risques d'explosion

Caractéristiques	Zone	Pré-zonage de principe du site d'étude
Atmosphère explosive en permanence ou pendant de longues périodes et ce en fonctionnement normal	Zone 0 : gaz et vapeurs	-
	Zone 20 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former occasionnellement et en fonctionnement normal	Zone 1 : gaz et vapeurs	-
	Zone 21 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former accidentellement en cas de dysfonctionnement de l'installation ou alors en fonctionnement normal pendant de très courtes durées	Zone 2 : gaz et vapeurs	- Zone autour du réservoir et des tuyauteries de propane pour l'alimentation des brûleurs de démarrage de l'unité de valorisation des CSR
	Zone 22 : poussières	-

**Tableau 10 : Pré-zonage ATEX de principe du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas**

Ce pré-zonage est proposé à la seule fin d'identification des potentiels de dangers et sera formalisé par SPV du Menez dans le cadre des dispositions du Code du Travail au travers d'une étude de zonage ATEX ainsi que qu'un DRPCE (en phase conception de l'unité).

Aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3.

#### 5.4 Evénements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

<b>Inflammation ou explosion d'un nuage gaz</b>
<p>Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.</p>
<b>Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques</b>
<p>Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm<sup>2</sup>) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosibles ou inflammables.</p>
<b>Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux</b>
<p>Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.</p>
<b>Percement de conteneur ou de canalisation</b>
<p>Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.</p>
<b>Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment</b>
<p>Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.</p>
<b>Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment</b>
<p>Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.</p>
<b>Surtensions électriques par effets directs ou indirects</b>
<p>Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.</p>
<b>Effets sur les personnes</b>
<p>Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.</p>

**Tableau 11 : Interaction foudre/équipements**

### 5.5 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
RIA	Non
Centrale de détection incendie	Oui
Centrale de détection gaz (à confirmer)	Oui / Non (Sécurité positive si vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Report d'alarme	Oui
Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)	Oui
Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance	Oui
Centrale de détection d'ammoniaque (à confirmer)	Oui

**Tableau 12 : Liste des équipements de sécurité**

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

### 5.6 Installations à prendre en compte dans l'analyse de risque foudre

En fonction de leurs tailles et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe <sup>1</sup>
Bloc chaufferie	X	

**Tableau 13 : Installations à étudier dans l'ARF**

#### **Méthode déterministe<sup>1</sup> :**

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local. Par conséquent, quelle que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **Important Pour la Sécurité**, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

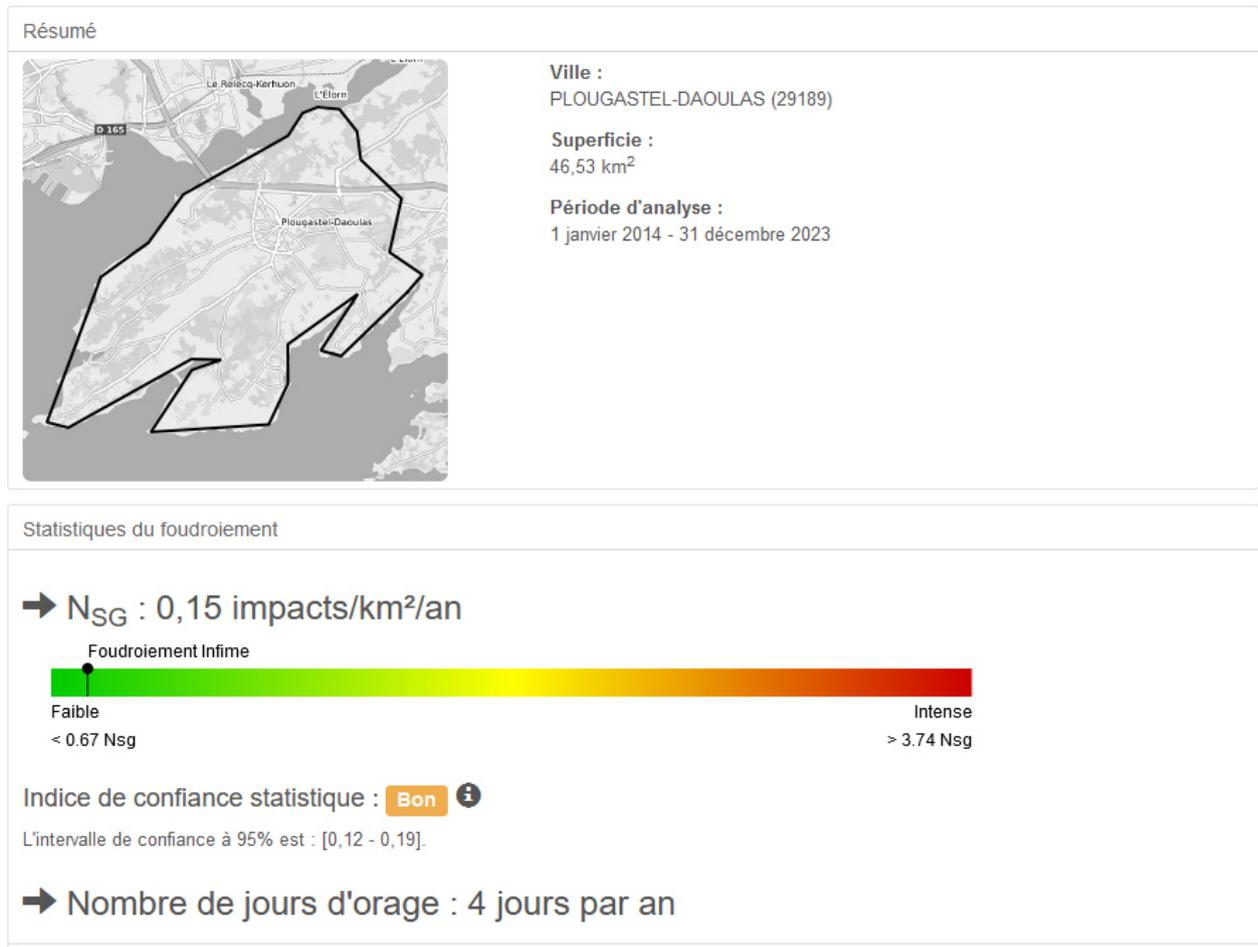
Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs,...) cette méthode est choisie.

**6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre**

**6.1 Données générales**

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de <b>PLOUGASTEL-DAOULAS (29)</b> données fournies par la Météorage (voir carte ci-dessous)	<b>Nsg = 0,15</b> (coups de foudre / km <sup>2</sup> / an)

**Tableau 14 : Données pour le calcul du risque foudre**



**Figure 3: Nsg suivant la carte de Météorage**

## 6.2 Bloc chaufferie

### 6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

<b>Paramètres / Facteurs</b>	<b>Symbole</b>	<b>Valeurs retenues</b>	<b>Signification</b>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	72 x 40 x 18 m Hmax = 30 m	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	2,41E-04 m <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure</b>	$K_{s1}$	1	Aucun blindage

**Tableau 15 : Données et caractéristiques de la structure**

#### **Justification des paramètres encodés**

##### ***Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)***

Présence de structures ou d'arbres de hauteur inférieur à proximité, dans un rayon égal à 3 fois la hauteur du bâtiment étudié.

Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

##### ***Paramètre $P_B$ (probabilité de dommages physiques sur une structure)***

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite  $R_T$  des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

##### ***Paramètre $K_{s1}$ (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)***

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	$L_a \times W_a \times H_a$	$C_i$	$C_e$	$U_w$	$K_{s3}$	$P_{SPD}$
1	Alimentation HT	1000	-	0,5	0,5	6kV	0,01	1
2	Alimentation BT	1000	-	0,5	0,5	4kV	0,01	1
3	Courants faibles	1000	-	0,5	0,5	1,5kV	0,01	1

Tableau 16 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

**Justification des paramètres encodés**

***Paramètre  $L_c$  (Longueur de la section du service)***

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

***Paramètres  $L_a, W_a, H_a$  (caractéristiques de la structure adjacente)***

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

***Paramètre  $C_i$  (facteur d'installation de la ligne)***

Les lignes sont enterrées, nous indiquons la valeur 0,5.

***Paramètre  $C_e$  (facteur d'environnement de ligne)***

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

***Paramètre  $U_w$  (Tension de tenue au choc des matériels)***

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

***Paramètre  $K_{s3}$  (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)***

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur  $K_{s3} = 0,01$  car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m<sup>2</sup>.

***Paramètre  $P_{SPD}$  (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)***

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	$r_a / r_u$	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	$P_{TU}$	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	$P_{TA}$	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	$r_p$	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	$r_f$	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	$L_f$	0,042	Site Industriel
Présence d'un danger particulier	$h_z$	2	Risque Faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)	$L_o$	0	SO
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure	$t_e$	0,25	Terrain non bâti
Risque environnemental	LFE	0,1	Flux thermique sortant des limites du site

**Tableau 17 : Données et caractéristiques de la zone**

**Paramètre  $r_a / r_u$  (facteur de réduction associé au type de sol)**

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega^1$	$r_a / r_u$
Agricole, béton	$\leq 1$	$10^{-2}$
Marbre, céramique	1-10	$10^{-3}$
Gravier, moquette, tapis	10-100	$10^{-4}$
Asphalte, linoléum, bois	$\geq 100$	$10^{-5}$

<sup>(1)</sup> Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm<sup>2</sup> comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

**Tableau 18 : Paramètre  $r_a / r_u$**

**Paramètre  $P_{TU}$  (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)**

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

**Paramètre  $P_{TA}$  (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)**

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

**Paramètre  $r_p$  (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)**

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

**Paramètre  $r_f$  (facteur de réduction associé au risque d'incendie)**

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante représenté par les CSR, (pour rappel la charge calorifique d'une palette est de 1300 MJ/m<sup>2</sup>).

La valeur est = 0,1.

Le calcul des charges calorifiques est fait à l'aide des données mentionnées dans le logiciel Jupiter 2.0.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m <sup>2</sup>	400MJ/m <sup>2</sup> < <800MJ/m <sup>2</sup>	>800MJ/m <sup>2</sup>

**Tableau 19 : Paramètre  $r_f$**

**Paramètre  $L_f$  (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)**

Type de Structure	$L_f$
Bâtiment agricole, Ensemble d'appartements, Grande Maison, Hôpital, Hôtel, Nurserie /Jardin d'enfants, Poste de Police et Dépôt d'ambulances, Prison, Risque d'explosion.	0,1
Bâtiment d'Aéroport, Gare.	0,075
Accueil de Loisirs.	0,067
Boutique / Ensemble de Boutiques, Cathédrale, Lieu de Culte, Musée, Stade compris ceux accueillant des concerts, Théâtre.	0,05
Bâtiment Commercial/Ensemble de bureaux, Grand magasin/Grandes surface, Stockage Industriel, Université.	0,042
Equipement GSM, Ruines classées.	0,04
Bâtiment gazier, Bâtiment médical, Bâtiment recevant du public, Bâtiment télécom, Centre commercial, Ecole, Traitement des eaux.	0,033
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 le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,02
Autres bâtiments et structures	0,01
Site industriel (Structure comprenant de nombreux éléments métalliques comme des tuyaux ou 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 le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,005
Site Industriel (structure en béton armé ou avec surface métallique conforme 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 le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,001

**Tableau 20 : Paramètre  $L_f$**

**Paramètre  $h_z$  (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)**

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 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 21 : Paramètre  $h_z$**

**Paramètre  $L_o$  (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)**

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur  $L_o = 0$ .

**Paramètre  $L_{FE}$  (pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure)**

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 :

$$LBE = LVE = rf \times rp \times LFE \times te / 8\ 760$$

$$LCE = LME = LWE = LZE = rf \times rp \times (LFE/10) \times te / 8\ 760$$

Lorsque la durée  $t_e$  n'est pas connue, utiliser le tableau suivant :

TYPE D'ENVIRONNEMENT	$t_e / 8\ 760$
Voies navigables	0,1
Utilisation temporaire	0,1
Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0,25
Voies ferrées	0,25
Terrain non bâti et zones peu fréquentées (champs, prairies, forêts, terrains vagues, marais, jardins horticoles, jardins, vignes, zones de pêche, gare de marchandises et de triage...)	0,25
Présence de public	0,5
Zones fréquentées et très fréquentées (parking, parcs, zone de baignade surveillée, terrains de sport, etc.)	0,5
Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas en général du public)	0,75
Chemins et chemins piétonniers	0,75
Site avec rondiers ou fonctionnement du site avec plus d'une équipe (2x8 ou 3x8)	1
Résidences	1
Voies de circulation automobiles (départementales, nationales, voies rapides, périphériques et autoroutes)	1

**Tableau 22 : Tableau  $t_e/8760$  suivant note Qualifoudre n° 4**

Lorsque le risque environnemental hors de la structure est connu, prendre l'un des scénarios majorant suivant :

RISQUE ENVIRONNEMENTAL Scénarios		VALEURS DE $L_{FE}$	
		restant dans les limites du site	sortant des limites du site
Explosion et surpression	la surpression > 50 hPa	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m <sup>2</sup>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
Fumées toxiques (1)		<b>0.1</b>	<b>1.0</b>
Pollution du sol (1)		<b>0.1</b>	<b>0.5</b>
Pollution de l'eau (1)		<b>0.25</b> (2)	<b>2.5</b>
Matière radioactive (1), (3), (4)		<b>0.5</b>	<b>5</b>

Note 1 : En cas d'utilisation d'une détection d'orage caractérisée par une efficacité PTWS, les valeurs de  $L_{FE}$  dans les limites du site sont multipliées par  $(1 - PTWS)$  dans la mesure où une procédure associée existe et permet la mise en sécurité des personnes dans l'enceinte du site.

Note 2 : le bris de vitres (explosion avec effet limité) sont exclus de cette analyse et doivent être traités, si nécessaire, par des mesures de protection adaptées.

- (1) Ces valeurs maximales peuvent être réduites en se basant sur la quantité de polluant, le danger de celui-ci et la sensibilité de l'environnement.
- (2) Uniquement si la pollution peut atteindre la nappe phréatique, les cours d'eaux ou des mers et océans.
- (3) Ceci peut ne pas être applicable quand une étude spécifique incluant tous les scénarii a été réalisée. C'est le cas par exemple des centrales nucléaires, pour lesquelles des études spécifiques sont réalisées et rendent la méthode ci-dessus inutile.
- (4) Ceci n'est pas applicable aux sources scellées (par exemple utilisées dans les hôpitaux, les équipements de mesures ou les appareils médicaux).

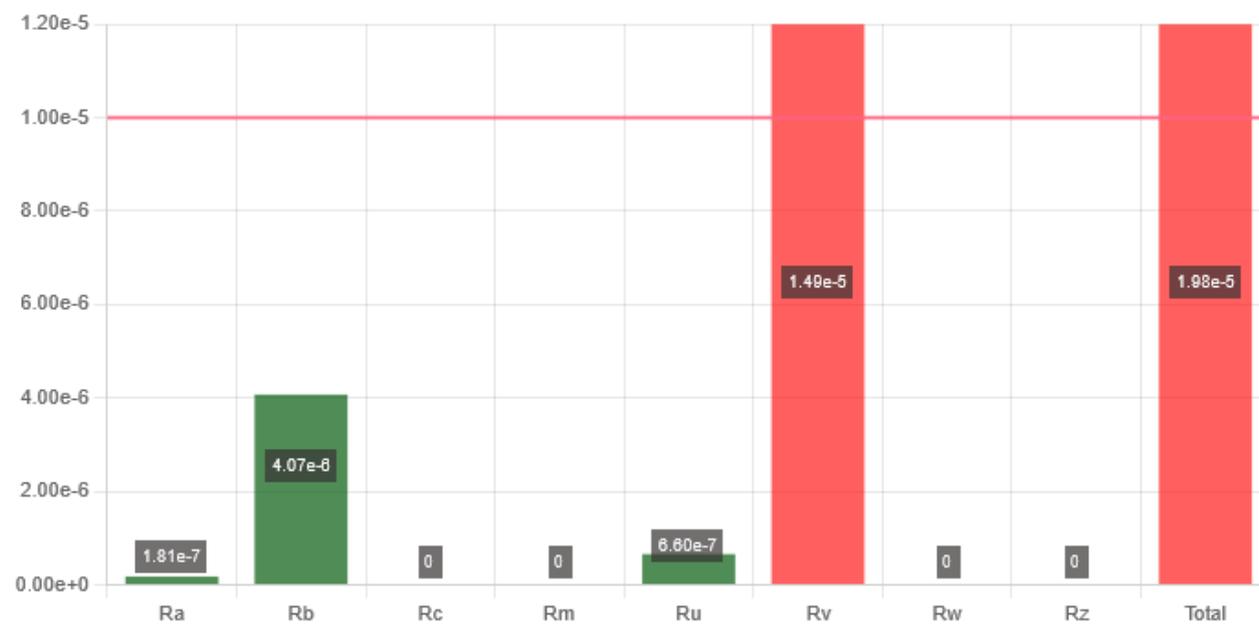
**Tableau 23 : Paramètre LFE suivant note Qualifoudre n° 4**

6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

**Sans** protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Bloc chaufferie	1,98 E <sup>-5</sup>	>	1 x 10 <sup>-5</sup>

**R1 Sans protection**



**Figure 4: Résultat du calcul du risque R1 sans protections**

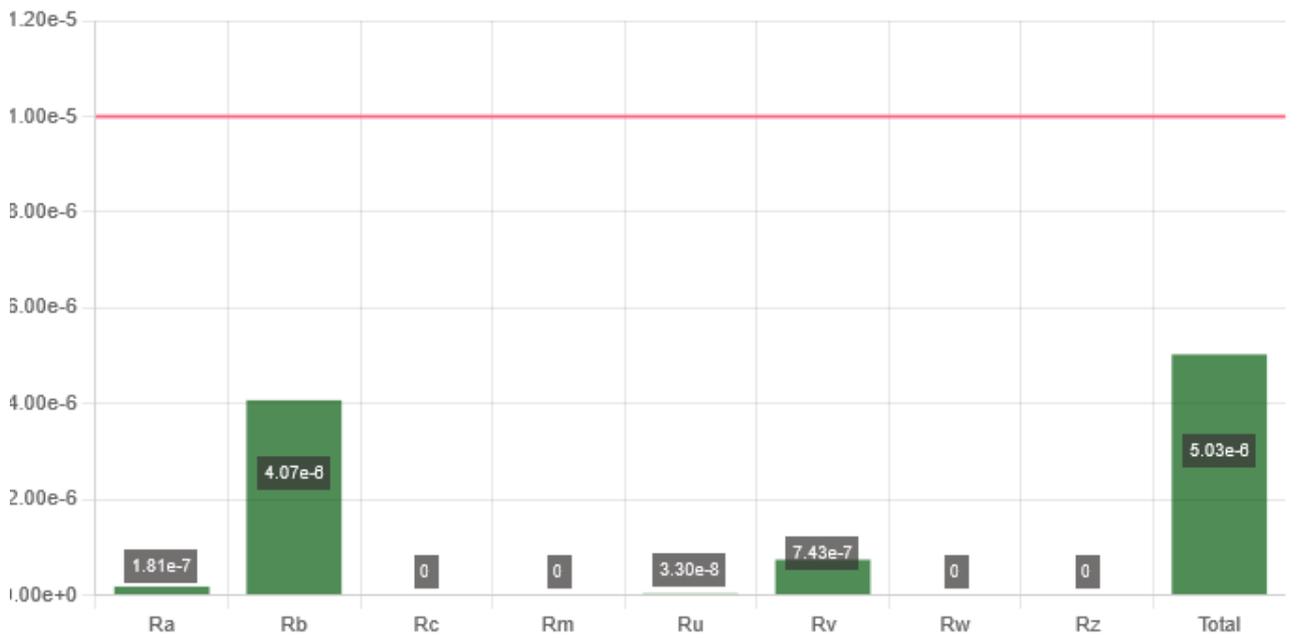
**Le Bloc chaufferie** n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Bloc chaufferie	$5,03 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**R1 Avec protection**



**Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 avec protections**

**Le Bloc chaufferie** a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

**Choix des mesures de protection**

La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est **Rv**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X <sup>1)</sup>	X	X <sup>2)</sup>	X <sup>2)</sup>	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X
<p><sup>1)</sup> Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.</p> <p><sup>2)</sup> Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.</p> <p><sup>3)</sup> En raison des équipotentialités.</p>								

**Tableau 24 : Choix des protections foudre**

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

**Un système de protection contre la foudre de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).**

## 7. SYNTHÈSE

Cette Analyse de Risque Foudre a permis d'évaluer les risques et de déterminer les niveaux de protection à mettre en œuvre.

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

<b>Structure</b>	<b>Protection effets directs</b>	<b>Protection effets indirects</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Risque tolérable	Protection de <b>niveau IV</b>

**Tableau 25: Synthèse des protections foudre**

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

<b>Structure</b>	<b>Organes de sécurité</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Centrale de détection incendie
	Centrale de détection gaz (à confirmer)
	Report d'alarme
	Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)
	Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance
	Centrale de détection d'ammoniaque (à confirmer)

**Tableau 26: Synthèse des MMR**

- Des liaisons équipotentiels sont à prévoir pour les canalisations suivantes (si métalliques):

<b>Zone</b>	<b>Nom</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Canalisation Gaz
	Canalisations Eaux Usées
	Canalisations Eaux Pluviales
	Canalisations AEP
	Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour
	Canalisations CVC

**Tableau 27: Synthèse des liaisons équipotentiels à prévoir**

**Prévention :** L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'un système de détection d'orages. Néanmoins, A l'approche d'un orage, le dépotage et l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.

L'Étude Technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects nécessaires. Elle apportera également des conseils vis-à-vis de la démarche de prévention.

### NOTA :

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

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

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

## Chaufferie

### Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

**R1 = 5.03E-6**

----- Ra -----

**Ra = 1.81E-7**

Ra : Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)

**Nd = 1.81E-3**

Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ad = 2.41E+4**

Ad : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale

**L = 7.20E+1**

L : Longueur

**W = 4.00E+1**

W : Largeur

**H = 1.80E+1**

H : Hauteur

**Cd = 5.00E-1**

Cd : Facteur d'emplacement

**Pa = 1.00E+**

Pa : Probabilité de blessures d'êtres vivants par choc électrique

**Pta = 1.00E+**

Pta : Probabilité de réduction de PA en fonction des mesures de protection

**Pb = 1.00E+**

Pb : Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure)

**La\_Lu = 1.00E-4**

La\_Lu : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique

**rt = 1.00E-2**

rt : Facteur de réduction associé au type de sol

**Lt = 1.00E-2**

Lt : Pourcentage type de pertes dues aux blessures par choc électrique

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rb -----

**Rb = 4.07E-6**

Rb : Composante du risque lié aux dommages physiques sur une structure (impacts sur la structure)

**Nd = 1.81E-3**

Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ad = 2.41E+4**

Ad : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale

$$L = 7.20E+1$$

L : Longueur

$$W = 4.00E+1$$

W : Largeur

$$H = 1.80E+1$$

H : Hauteur

$$Cd = 5.00E-1$$

Cd : Facteur d'emplacement

$$Pb = 1.00E+$$

Pb : Probabilité de dommages physiques sur une structure

$$Lbt\_Lvt = 2.25E-3$$

Lbt\_Lvt : Pertes totales relatives aux dommages physiques

$$Lb\_Lv = 1.00E-3$$

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$rp = 5.00E-1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$rf = 1.00E-1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$hz = 1.00E+$$

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial

$$Lf1 = 2.00E-2$$

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$nz = 0.00E+$$

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

$$nt = 8.76E+3$$

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

$$tz = 0.00E+$$

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

$$Lbe\_Lve = 1.25E-3$$

Lbe\_Lve : Pertes complémentaires à l'extérieur de la structure relatives aux dommages physiques

$$rp = 5.00E-1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$rf = 1.00E-1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$lfe = 1.00E-1$$

lfe : Pourcentage type de pertes dues aux dommages physiques à l'extérieur de la structure

$$te/8760 = 2.50E-1$$

te/8760 : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux hors de la structure

----- Rc -----

$$Rc = 0.00E+$$

Rc : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une structure)

$$Nd = 1.81E-3$$

Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$Ng = 1.50E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$Ad = 2.41E+4$$

Ad : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale

$$L = 7.20E+1$$

L : Longueur

$$W = 4.00E+1$$

W : Largeur

**H = 1.80E+1**

H : Hauteur

**Cd = 5.00E-1**

Cd : Facteur d'emplacement

**Pc = 1.00E+**

Pc : Cumul des Pc pour la structure

**Pc\_BT-Interne = 1.00E+**

Pc\_BT-Interne : Probabilité de défaillances des réseaux internes BT-Interne

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Pc\_cfa = 1.00E+**

Pc\_cfa : Probabilité de défaillances des réseaux internes cfa

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Pc\_HT = 1.00E+**

Pc\_HT : Probabilité de défaillances des réseaux internes HT

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rm -----

**Rm = 0.00E+**

Rm : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de la structure)

**Nm = 1.35E-1**

Nm : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Am = 8.97E+5**

Am : Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'une structure

**L = 7.20E+1**

L : Longueur

**W = 4.00E+1**

W : Largeur

$$\mathbf{Pm} = 4.94E-1$$

Pm : Cumul des Pm pour la structure

$$\mathbf{Pm\_BT-Interne} = 6.25E-2$$

Pm\_BT-Interne : Probabilité de défaillances des réseaux internes BT-Interne

$$\mathbf{Pparafoudre} = 1.00E+$$

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Pms} = 6.25E-2$$

Pms : Probabilité de réduction de Pm en fonction du blindage, du câblage et de la tenue du matériel

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

$$\mathbf{wm} = 0.00E+$$

wm : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks2} = 1.00E+$$

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

$$\mathbf{wm} = 0.00E+$$

wm : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks3} = 1.00E+$$

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks4} = 2.50E-1$$

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

$$\mathbf{Uw} = 4.00E+$$

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

$$\mathbf{Pm\_cfa} = 4.44E-1$$

Pm\_cfa : Probabilité de défaillances des réseaux internes cfa

$$\mathbf{Pparafoudre} = 1.00E+$$

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Pms} = 4.44E-1$$

Pms : Probabilité de réduction de Pm en fonction du blindage, du câblage et de la tenue du matériel

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

$$\mathbf{wm} = 0.00E+$$

wm : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks2} = 1.00E+$$

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

$$\mathbf{wm} = 0.00E+$$

wm : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks3} = 1.00E+$$

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks4} = 6.67E-1$$

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

$$\mathbf{Uw} = 1.50E+$$

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

$$\mathbf{Pm\_HT} = 2.78E-2$$

Pm\_HT : Probabilité de défaillances des réseaux internes HT

$$\mathbf{Pparafoudre} = 1.00E+$$

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Pms} = 2.78E-2$$

Pms : Probabilité de réduction de Pm en fonction du blindage, du câblage et de la tenue du matériel

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

$$\mathbf{wm} = 0.00E+$$

wm : Largeur de la maille

**Ks2 = 1.00E+**

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

**wm = 0.00E+**

wm : Largeur de la maille

**Ks3 = 1.00E+**

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

**Ks4 = 1.67E-1**

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

**Uw = 6.00E+**

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Ru -----

**Ru = 3.30E-8**

Ru : Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)

**Ru = 1.50E-8**

Ru : Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté) : BT Interne

**NI = 3.00E-3**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pu = 5.00E-2**

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

**Ptu = 1.00E+**

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb = 5.00E-2**

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**La\_Lu = 1.00E-4**

La\_Lu : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique

**rt = 1.00E-2**

rt : Facteur de réduction associé au type de sol

**Lt = 1.00E-2**

Lt : Pourcentage type de pertes dues aux blessures par choc électrique

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Ru = 1.50E-8**

Ru : Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté) : cfa

**NI = 3.00E-3**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Al = 4.00E+4**

Al : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj** = 0.00E+

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj** = 0.00E+

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj** = 0.00E+

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pu** = 5.00E-2

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

**Ptu** = 1.00E+

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb** = 5.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**La\_Lu** = 1.00E-4

La\_Lu : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique

**rt** = 1.00E-2

rt : Facteur de réduction associé au type de sol

**Lt** = 1.00E-2

Lt : Pourcentage type de pertes dues aux blessures par choc électrique

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Ru** = 3.00E-9

Ru : Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté) : HT

**NI** = 6.00E-4

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng** = 1.50E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Al** = 4.00E+4

Al : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**Ll** = 1.00E+3

Ll : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 1.00E+

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Pu = 5.00E-2**

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

**Ptu = 1.00E+**

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb = 5.00E-2**

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**La\_Lu = 1.00E-4**

La\_Lu : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique

**rt = 1.00E-2**

rt : Facteur de réduction associé au type de sol

**Lt = 1.00E-2**

Lt : Pourcentage type de pertes dues aux blessures par choc électrique

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rv -----

**Rv = 7.43E-7**

Rv : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)

**Rv = 3.38E-7**

Rv : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté) : BT Interne

**NI = 3.00E-3**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pv = 5.00E-2**

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb = 5.00E-2**

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbt\_Lvt = 2.25E-3**

Lbt\_Lvt : Pertes totales relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv = 1.00E-3**

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp = 5.00E-1**

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf = 1.00E-1**

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz = 1.00E+**

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial

**Lf1 = 2.00E-2**

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve** = 1.25E-3

Lbe\_Lve : Pertes complémentaires à l'extérieur de la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 1.00E-1

lfe : Pourcentage type de pertes dues aux dommages physiques à l'extérieur de la structure

**te/8760** = 2.50E-1

te/8760 : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux hors de la structure

**Rv** = 3.38E-7

Rv : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté) : cfa

**NI** = 3.00E-3

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng** = 1.50E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 4.00E+4

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI** = 1.00E+3

LI : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 1.00E+

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Ndj** = 0.00E+

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 1.50E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj** = 0.00E+

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj** = 0.00E+

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj** = 0.00E+

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pv** = 5.00E-2

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb** = 5.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbt\_Lvt = 2.25E-3**

Lbt\_Lvt : Pertes totales relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv = 1.00E-3**

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp = 5.00E-1**

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf = 1.00E-1**

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz = 1.00E+**

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial

**Lf1 = 2.00E-2**

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve = 1.25E-3**

Lbe\_Lve : Pertes complémentaires à l'extérieur de la structure relatives aux dommages physiques

**rp = 5.00E-1**

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf = 1.00E-1**

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe = 1.00E-1**

lfe : Pourcentage type de pertes dues aux dommages physiques à l'extérieur de la structure

**te/8760 = 2.50E-1**

te/8760 : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux hors de la structure

**Rv = 6.75E-8**

Rv : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté) : HT

**NI = 6.00E-4**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Pv = 5.00E-2**

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb = 5.00E-2**

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbt\_Lvt = 2.25E-3**

Lbt\_Lvt : Pertes totales relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv = 1.00E-3**

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp = 5.00E-1**

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf = 1.00E-1**

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz = 1.00E+**

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial

**Lf1 = 2.00E-2**

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve = 1.25E-3**

Lbe\_Lve : Pertes complémentaires à l'extérieur de la structure relatives aux dommages physiques

**rp = 5.00E-1**

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf = 1.00E-1**

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe = 1.00E-1**

lfe : Pourcentage type de pertes dues aux dommages physiques à l'extérieur de la structure

**te/8760 = 2.50E-1**

te/8760 : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux hors de la structure

----- Rw -----

**Rw = 0.00E+**

Rw : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté)

**Rw = 0.00E+**

Rw : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) : BT Interne

**NI = 3.00E-3**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pw = 1.00E+**

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Rw = 0.00E+**

Rw : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) : cfa

**NI = 3.00E-3**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pw = 1.00E+**

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Rw = 0.00E+**

Rw : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) : HT

**NI = 6.00E-4**

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI = 4.00E+4**

AI : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service

**LI = 1.00E+3**

LI : Longueur du service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Ndj = 0.00E+**

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Adj = 0.00E+**

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**Lj = 0.00E+**

Lj : Longueur structure adjacente

**Wj = 0.00E+**

Wj : Largeur structure adjacente

**Hj = 0.00E+**

Hj : Hauteur structure adjacente

**Cdj = 2.50E-1**

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Pw = 1.00E+**

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Pld = 1.00E+**

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld = 1.00E+**

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rz -----

**Rz = 0.00E+**

Rz : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)

**Rz = 0.00E+**

Rz : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service) : BT Interne

**Ni = 3.00E-1**

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ai = 4.00E+6**

Ai : Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'un service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'emplacement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pz = 1.60E-1**

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pli = 1.60E-1**

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

**Cli = 1.00E+**

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre à proximité d'un service

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Rz = 0.00E+**

Rz : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service) : cfa

**Ni = 3.00E-1**

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ai = 4.00E+6**

Ai : Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'un service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'emplacement du service

**Ct = 1.00E+**

Ct : Facteur de type de service

**Pz = 5.00E-1**

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pli = 5.00E-1**

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

**Cli = 1.00E+**

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre à proximité d'un service

**Pparafoudre = 1.00E+**

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt = 0.00E+**

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz = 0.00E+**

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1 = 0.00E+**

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz = 0.00E+**

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt = 8.76E+3**

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz = 0.00E+**

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Rz = 0.00E+**

Rz : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service) : HT

**Ni = 6.00E-2**

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service

**Ng = 1.50E-1**

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ai = 4.00E+6**

Ai : Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'un service

**Ci = 5.00E-1**

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce = 1.00E+**

Ce : Facteur d'emplacement du service

**Ct = 2.00E-1**

Ct : Facteur de type de service

**Pz = 1.00E-1**

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pli = 1.00E-1**

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

**cli** = 1.00E+

cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre à proximité d'un service

**Pparafoudre** = 1.00E+

Pparafoudre : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt** = 0.00E+

Lct\_Lmt\_Lwt\_Lzt : Pertes totales associées aux défaillances des réseaux internes

**Lc\_Lm\_Lw\_Lz** = 0.00E+

Lc\_Lm\_Lw\_Lz : Pertes associées aux défaillances des réseaux internes

**Lo1** = 0.00E+

Lo1 : Pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**ANNEXE 2**

**Lexique**

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

**Effet réducteur**

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

**Electrode de terre**

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

**Equipements métalliques**

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

**Etincelle dangereuse (étincelage)**

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

**Foudre**

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

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

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

**Liaison équipotentielle**

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

**Mode commun (MC)**

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

**Mode différentiel (MD)**

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

**Niveau de protection**

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

<b>Parafoudre ou parasurtenseur</b>	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
<b>Paratonnerre</b>	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
<b>P.D.A</b>	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
<b>Point d'impact</b>	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
<b>Prise de terre</b>	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
<b>Régime de neutre</b>	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La première indique la position du neutre par rapport à la terre :  <b>I</b>: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance  <b>T</b>: neutre directement à la terre</li> <li>• La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre :  <b>T</b>: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)  <b>N</b>: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (<b>N-S</b>), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (<b>N-C</b>).</li> </ul>
<b>Réseau de masse</b>	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
<b>Réseau de terre</b>	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.
<b>Résistance de terre</b>	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms ( $\Omega$ ), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

**Surface équivalente**

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

**Surtension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

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

**Tension différentielle**

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

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

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

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

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

333 cours du 3<sup>ème</sup> Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France  
Bâtiment Le Pôle - 2<sup>ème</sup> étage  
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)

8 Rue Jean Jaurès - 35000 RENNES - France  
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)



## ETUDE TECHNIQUE Foudre

### SPV DU MENEZ PLOUGASTEL-DAOULAS (29)

# SPV DU MENEZ PLOUGASTEL-DAOULAS (29)

**Référence document**  
**RGC 30 086**

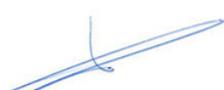
**RESUME :**

Ce document représente l'Etude Technique Foudre de la future chaufferie au CSR de la société **SPV DU MENEZ** en projet sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS** dans le département du **Finistère (29)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **NEODYME BREIZH** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

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

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Société : RG CONSULTANT Date : 23/04/2024 	Nom : <b>Mohamed-Amin KENZARI</b> Société : RG CONSULTANT Date : 23/04/2024 Visa 	<b>B</b>

**DIFFUSION :**

<b>NEODYME BREIZH</b>  34 rue Léopold Sédar Senghor, 29900 Concarneau	<b>RG CONSULTANT</b> <b>Arc Atlantique</b>  8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : <a href="mailto:info@rg-consultant.com">info@rg-consultant.com</a>
--	---

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 086	08/02/2024	Etude Technique Foudre
B	RGC 30 086	23/04/2024	Révision suite remarques NEODYME

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR NEODYME BREIZH**

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Extrait : 23/04/2024 DDAE du 01/12/2023
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	Extrait APS du 02/08/2023 2310370-AC_Masse projet.dwg
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 30 085

**Tableau 1 : Liste des documents**

L'Etude Technique ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **NEODYME BREIZH**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- La non-présentation de certaines installations ou process,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE .....	6
<b>2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES .....</b>	<b>7</b>
2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES .....	7
2.2 NORMES DE REFERENCES .....	7
<b>3. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>8</b>
3.1 PRESENTATION GENERALE .....	8
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE.....	8
<b>4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>9</b>
4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF) .....	9
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE.....	9
<b>5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....</b>	<b>10</b>
5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS .....	10
5.1.1 Réseau Normal.....	10
5.1.2 Réseau Secouru .....	10
5.1.3 Réseau Ondulé .....	10
5.1.4 Réseau photovoltaïque .....	10
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES .....	10
5.3 PROTECTION INCENDIE .....	10
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	10
5.5 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	11
5.6 SITUATIONS REGLEMENTAIRES .....	12
5.7 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION.....	13
5.8 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	14
<b>6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre .....</b>	<b>15</b>
6.1 DISPOSITIONS GENERALES .....	15
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F.....	15
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.....	18
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.....	18
6.4.1 Chaufferie CSR.....	18
6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre .....	20
6.5 MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS .....	27
<b>7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre .....</b>	<b>29</b>
7.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	31
7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II.....	31
7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II .....	33
7.1.3 Raccordement .....	35
7.1.4 Dispositif de deconnexion .....	35
7.2 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION .....	37
7.2.1 Protection par parafoudre .....	37
7.2.2 Protection par écrantage de ligne.....	38
<b>8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX .....</b>	<b>39</b>

<b>9.</b>	<b>REALISATION DES TRAVAUX .....</b>	<b>40</b>
<b>10.</b>	<b>VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS .....</b>	<b>40</b>
10.1	VERIFICATION INITIALE.....	40
10.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES .....	41
10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES .....	41
<b>11.</b>	<b>TABLEAU DE SYNTHESE .....</b>	<b>42</b>

## **ANNEXES**

**Annexe 1** : Note de calcul de la distance de séparation

**Annexe 2** : Notice de Vérification et de Maintenance

**Annexe 3** : Lexique

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Objet

Dans le cadre du développement de ses activités et pour répondre aux attentes de ses clients, la société **SPV du Menez** souhaite implanter sur son site de **Plougastel-Daoulas** une Unité de production d'énergie au CSR.

L'objet de la présente demande d'autorisation environnementale concernera principalement un bâtiment accueillant une fosse de réception et la chaufferie en elle-même.

L'Etude Technique, objet de ce document, est menée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG CONSULTANT**, détaillés dans le rapport **RGC 30 085**.

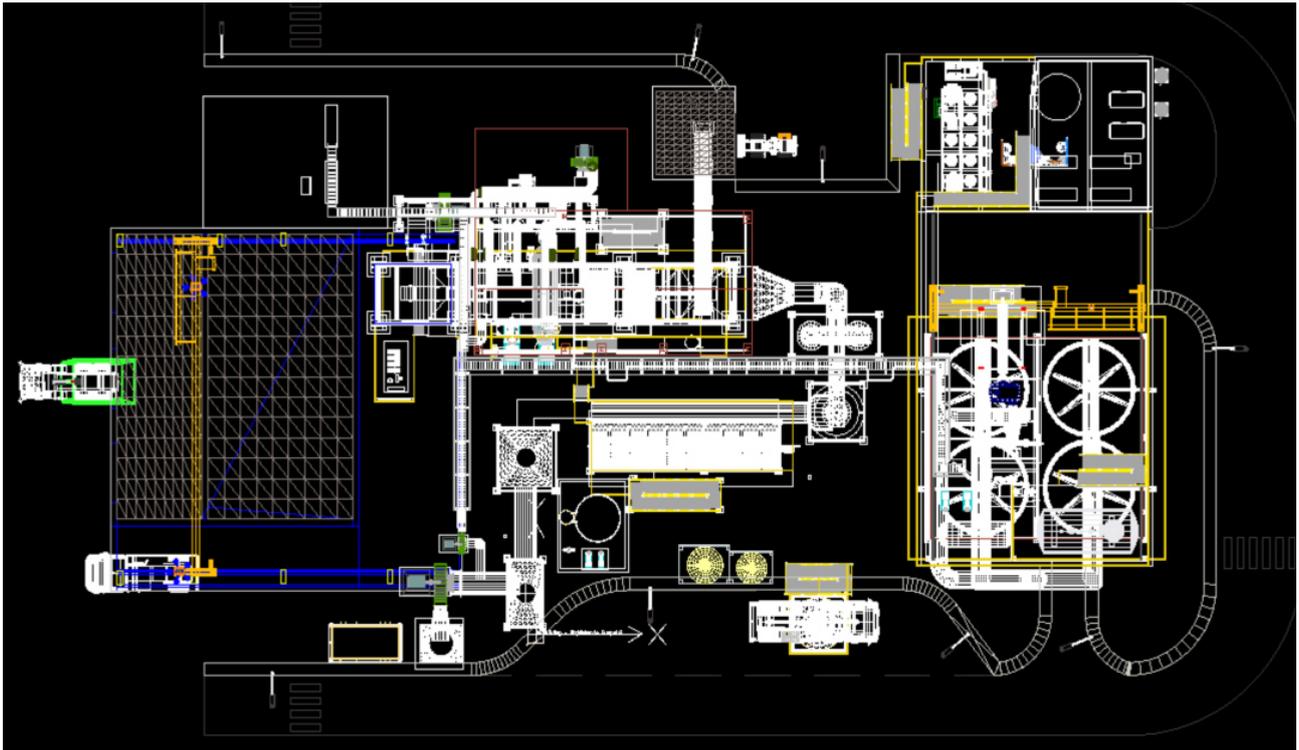
L'objectif de l'Etude Technique est de détailler les mesures de protection à mettre en œuvre qu'elles soient contre les effets directs (IEPF) ou indirects (IIPF) à savoir :

- Description des méthodes de conception utilisées pour les IEPF ;
- Préconisation des mesures de protection à mettre en œuvre en proposant les solutions les mieux adaptées et les plus rationnelles ;
- Description des protections internes (liaisons équipotentielles, parafoudres) ;
- Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

## 1.2 Présentation générale du site

La **CHAUFFERIE CSR** en projet sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS (29)** sera composée de :

- Une installation de combustion pour production de chaleur à parti de combustibles solides de récupération (CSR en fosse) (Zone Chaudière) abritant la cheminée de 30m, la chaudière, le traitement des fumées et le groupe turbo-alternateur,
- Des installations annexes (pont bascule...)



**Figure 1: Plan de masse du site**

## **2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES**

### **2.1 Textes réglementaires**

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

**Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

### **2.2 Normes de références**

**NF EN 62 305-1** (C 17-100-1) – Novembre 2013 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

**NF EN 62 305-2** (C 17-100-2) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

**NF EN 62 305-3** (C 17-100-3) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

**NF EN 62 305-4** (C 17-100-4) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

**NF C 17-102** – septembre 2011 [Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage].

**NF C 15-100** – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].

**Guide UTE C 15-443** – août 2004 [Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres].

**NF EN 61 643-11** – mai 2014 [Parafoudres pour installation basse tension].

**NF EN 61 643-12** – Parafoudres BT

**NF EN 61 643-21** – novembre 2001 [Parafoudres BT]

**NF EN 61 643-21\_A1** – juin 2009 [Parafoudres BT]

**NF EN 61 643-21\_A2** – juillet 2013 [Parafoudres BT]

**CEI 61 643-22** – novembre 2004 [Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application].

**NF EN 62561-1/2/3/4/5/6/7** – Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

**Guide UTE C 15-712** - Juillet 2010 [Installations photovoltaïques]

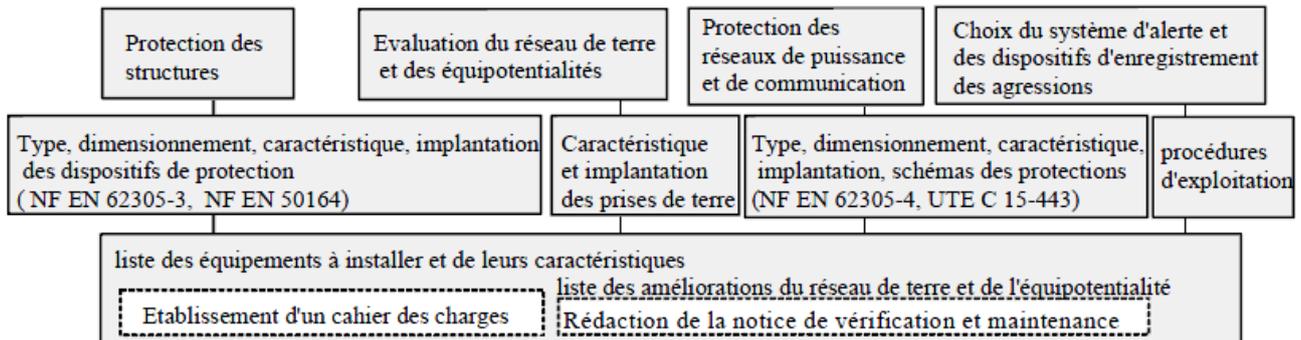
**NF EN 61 643-32** – mai 2017 [Parafoudres pour installation photovoltaïque].

### 3. MÉTHODOLOGIE

#### 3.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

## Selon l'ARF **Etude technique du système de protection**



#### 3.2 Limite de l'Étude Technique

L'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine).

**Elle ne concerne pas :**

- **les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine,
- **les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4),**
- **les risques d'impact** relatifs à un dommage physique (incendie/explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

#### 4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

##### 4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

<b>Structure</b>	<b>Protection effets directs</b>	<b>Protection effets indirects</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Risque tolérable	Protection de <b>niveau IV</b>

**Tableau 2: Synthèse des protections foudre**

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

<b>Structure</b>	<b>Organes de sécurité</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Centrale de détection incendie
	Centrale de détection gaz (à confirmer)
	Report d'alarme
	Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)
	Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance
	Centrale de détection d'ammoniaque (à confirmer)

**Tableau 3: Synthèse des MMR**

- Des liaisons équipotentielles sont à prévoir pour les canalisations suivantes (si métalliques):

<b>Zone</b>	<b>Nom</b>
<b>Bloc chaufferie</b>	Canalisation Gaz
	Canalisations Eaux Usées
	Canalisations Eaux Pluviales
	Canalisations AEP
	Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour
	Canalisations CVC

**Tableau 4: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir**

##### 4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

**Prévention :** L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'un système de détection d'orages. Néanmoins, A l'approche d'un orage, le dépotage et l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.

## 5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

### 5.1 Caractéristiques des courants forts

#### 5.1.1 Réseau Normal

Nous ne disposons d'aucune information à ce stade du projet et considérons que le projet sera alimenté en haute tension 20kV vers un transformateur HT/BT prévu au sein des installations.

Nous considérons également que le site sera doté d'un poste BT/HT destiné à la réinjection sur le réseau de l'électricité produite par le GTA.

#### 5.1.2 Réseau Secouru

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

#### 5.1.3 Réseau Ondulé

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

#### 5.1.4 Réseau photovoltaïque

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

### 5.2 Caractéristiques des courants faibles

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

Les lignes de sécurité suivantes seront prises par défaut :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance.

### 5.3 Protection incendie

Aucune information ne nous a été communiquée à ce stade de l'étude.

Nous considérons néanmoins les moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Centrale de détection incendie.

### 5.4 Mise à la terre des installations

La mise à la terre à fond de fouille n'est pas déterminée sur site à ce stade de l'étude.

**5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes**

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
<b>Bloc Chaufferie</b>	Canalisation Gaz	A définir	A définir
	Canalisations Eaux Usées	A définir	A définir
	Canalisations Eaux Pluviales	A définir	A définir
	Canalisations AEP	A définir	A définir
	Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour	A définir	A définir
	Canalisations CVC	A définir	A définir

**Source** : Selon Retour d'expérience

**Tableau 5 : Canalisations**

### 5.6 Situations Règlementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont les suivantes :

N° Rubrique	Désignation de la rubrique	Nature de l'installation / activité et volumes en état futur	Régime
3520	<b>Élimination ou valorisation de déchets</b> dans des installations d'incinération des déchets ou <b>des installations de coïncinération des déchets</b> : a) Pour les déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure	Chaufferie CSR 19,9 MW PCI 8000 h/an <b>Soit une capacité supérieure à 3 tonnes / heure</b> (environ 5 tonnes / heure)	Autorisation
2971	<b>Installation de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux</b> préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible 1. Installations intégrées dans un procédé industriel de fabrication.	Chaufferie CSR Puissance : 19,9 MW PCI - 17 MW thermique Volume d'activité : 40 000 tonnes/an	Autorisation
2714-1	<b>Installation de transit, regroupement tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois</b> à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711 et 2719. Le volume susceptible d'être présent dans l'installation étant : 1. Supérieur ou égal à 1 000 m <sup>3</sup> .	Fosse de réception : 400 m <sup>3</sup> Stockage CSR (chaufferie) : 2 100 m <sup>3</sup> <b>Soit un total de 2 500 m<sup>3</sup></b>	Enregistrement

**Tableau 6 : Rubriques ICPE**

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

### 5.7 Zones à risques d'explosion

Caractéristiques	Zone	Pré-zonage de principe du site d'étude
Atmosphère explosive en permanence ou pendant de longues périodes et ce en fonctionnement normal	Zone 0 : gaz et vapeurs	-
	Zone 20 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former occasionnellement et en fonctionnement normal	Zone 1 : gaz et vapeurs	-
	Zone 21 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former accidentellement en cas de dysfonctionnement de l'installation ou alors en fonctionnement normal pendant de très courtes durées	Zone 2 : gaz et vapeurs	- Zone autour du réservoir et des tuyauteries de propane pour l'alimentation des brûleurs de démarrage de l'unité de valorisation des CSR
	Zone 22 : poussières	-

**Tableau 7 : Pré-zonage ATEX de principe du site SPV du Menez de Plougastel-Daoulas**

Ce pré-zonage est proposé à la seule fin d'identification des potentiels de dangers et sera formalisé par SPV du Menez dans le cadre des dispositions du Code du Travail au travers d'une étude de zonage ATEX ainsi que qu'un DRPCE (en phase conception de l'unité).

Aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3.

### 5.8 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
RIA	Non
Centrale de détection incendie	Oui
Centrale de détection gaz (à confirmer)	Oui / Non (Sécurité positive si vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Report d'alarme	Oui
Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)	Oui
Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance	Oui
Centrale de détection d'ammoniacque (à confirmer)	Oui

**Tableau 8 : Liste des équipements de sécurité**

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

## 6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

### 6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

- D'intercepter les courants de foudre directs.
- De conduire les courants de foudre vers la terre.
- De disperser les courants de foudre dans la terre.

On détermine 2 types de protection : **isolée** et **non isolée**.

Dans une IEPF **isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles aux champs électromagnétiques de foudre).

Dans une IEPF **non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.

### 6.2 Différents types d'I.E.P.F

Pour le système de capture, deux types de solutions peuvent être envisagés :

- La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger : des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

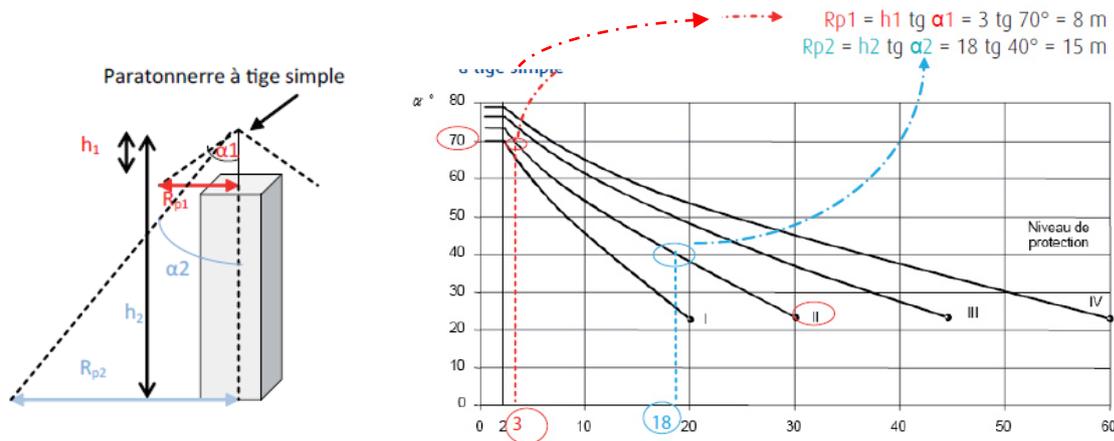
- Tiges simples,
- Fils tendus,
- Cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

- **Tiges simples**

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



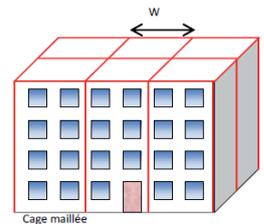
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **Cages maillées**

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



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

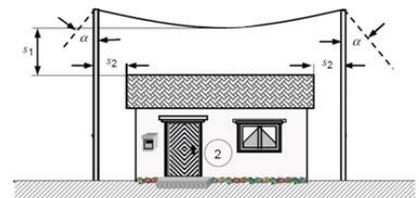
Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** (norme NF C 17-102) avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

Niveau de protection		Rayon de protection des PDA											
		I			II			III			IV		
Avance à l'amorçage		30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
Hauteur au-dessus de la surface à protéger	2	11,4	15,0	18,6	12,6	15,6	20,4	15,0	18,0	23,4	16,8	19,8	25,8
	4	22,8	30,6	37,8	25,8	31,2	41,4	30,6	36,0	46,8	34,2	40,2	51,0
	5	28,8	37,8	47,4	33,0	39,0	51,6	37,8	45,0	58,2	42,6	50,4	64,2

- Le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010 concernant les ICPE.

**Nota :** il est également possible de combiner des solutions passives et actives en fonction de la configuration des structures à protéger.

Les avantages et inconvénients de chaque type de protection sont listés dans le tableau suivant :

	Systeme passif	Systeme actif (PDA)
<b>Installation</b>	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
<b>Maintenance</b>	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
<b>Efficacité</b>	Basée sur le modèle électro géométrique. Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées.	En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
<b>Coût d'installation</b>	Pouvant être élevé sur des structures importantes.	Les PDA étant actifs, leur coût est supérieur à celui d'une tige simple. L'installation est cependant moins contraignante, d'où un coût global d'installation moindre.

**Tableau 9 : Avantages et inconvénients par SPF**

### 6.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface de l'installation à protéger étant peu importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à tige simple**, car :

- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

Les solutions proposées dans l'étude technique ont été étudiées en tenant compte du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

### 6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

#### 6.4.1 *Chaufferie CSR*

##### 6.4.1.1 *Niveau de protection à atteindre*

Il en ressort de l'Analyse de Risque Foudre une absence de nécessité de protection contre les effets directs de la foudre. Il conviendra néanmoins de protéger par un **SPF de niveau IV la cheminée de chaufferie**.

##### 6.4.1.2 *Dispositif de capture*

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **1 PTS** au sommet de la cheminée de chaufferie,
- L'utilisation de la structure de la cheminée comme conducteur naturel de descente sous réserve de conformité à la norme NFEN62305-3,
- La création de deux prises de terre type A ou B.

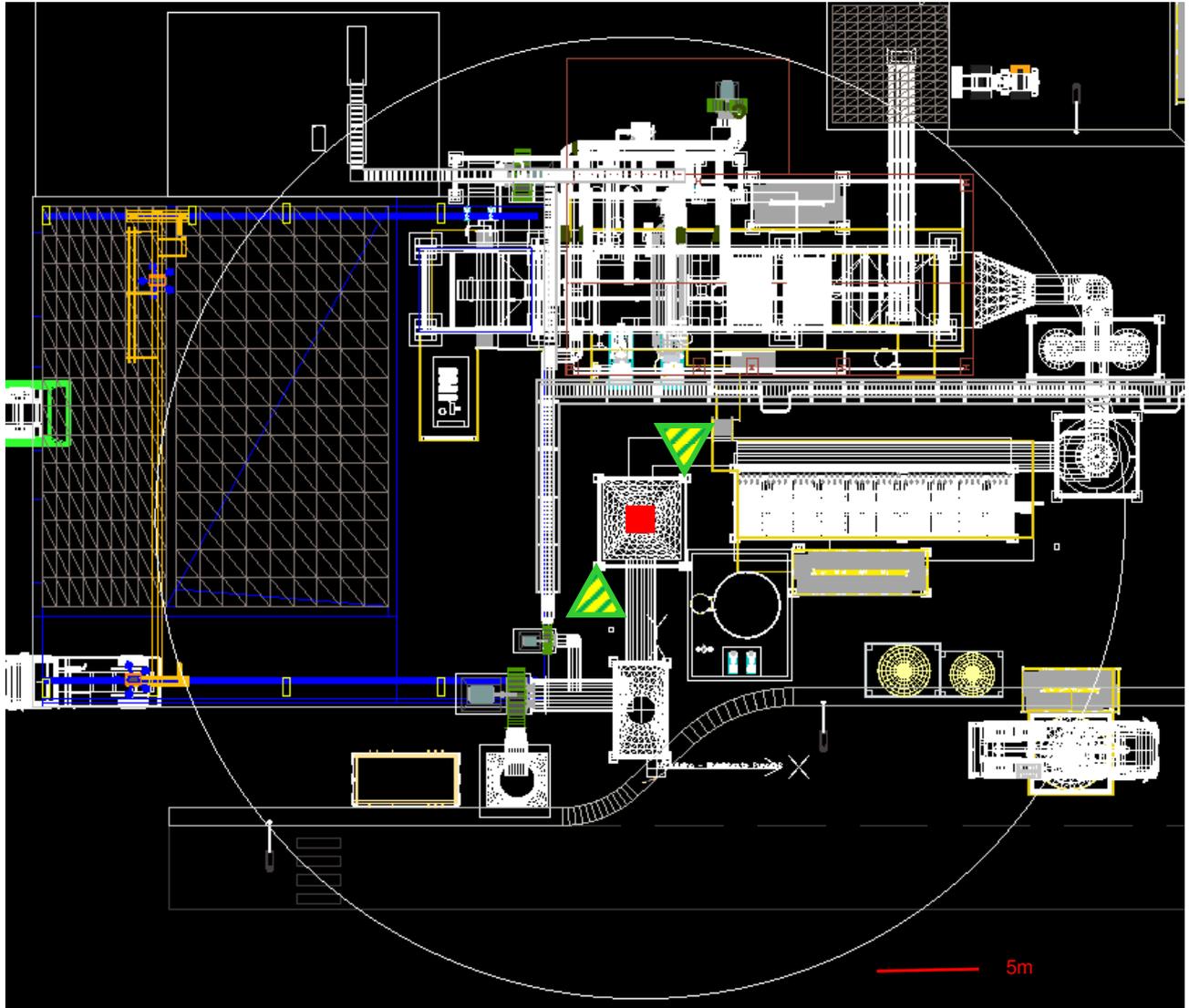
Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des mâts	Niveau de protection	Rayon de protection
1 PTS	1 mètre	IV	22,9 m (dépassant de 12m des installations au pied de la cheminée)

**Tableau 10 : I.E.P.F à installer**

L'installation de paratonnerre testable à distance selon les recommandations du fabricant pourra être envisagée afin de réduire les coûts de vérifications (l'installateur devra fournir à l'exploitant le système de test en même temps que les PDA).

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.



**Plan 1: Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre**

**Légende :**

	Rayon de protection 22,9 m		PTS sur mât de 1 m
	Prise de terre à créer		

**Tableau 11 : Légende des I.E.P.F à installer**

**Nota :** Seule l'implantation des conducteurs de descente et des prises de terre proposées dans notre étude, pourra être modifiée par l'installateur lors de la réalisation des travaux, à la seule condition que tout soit conforme aux normes en vigueur.

6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.2.1 Conducteurs de descente

**La distance de séparation** au pied du PDA concerné est de :  
(Le détail du calcul est présenté en annexe 1)

	PTS 1
Distance de séparation dans l'air	0,8 m
Distance de séparation dans le béton	1,6 m

**Tableau 12 : Distances de séparation**

**L'ensemble des masses métalliques mises à la terre et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci en cas de non-respect de cette distance de séparation.**

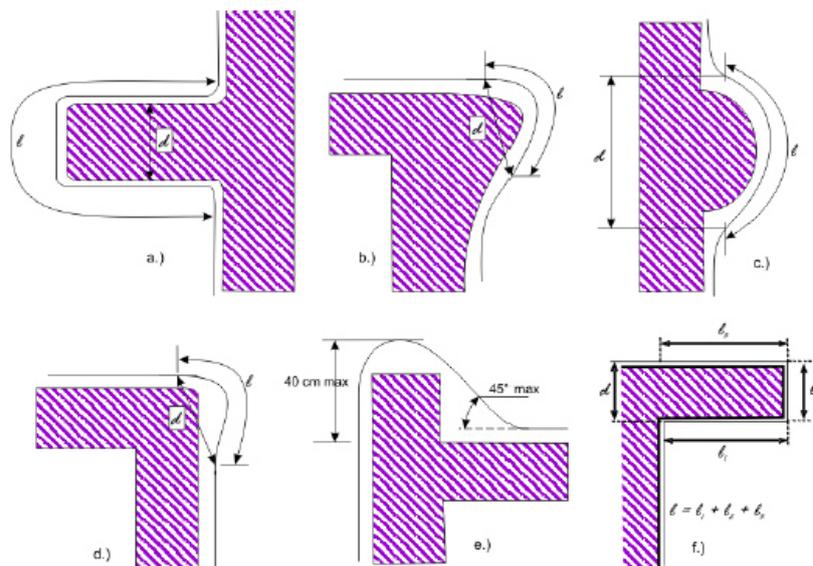
**Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.**

**6.4.2.2 Cheminement des conducteurs de descente**

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins. Il est rappelé que la règle principale pour le cheminement des conducteurs de descente est la distance de séparation calculé au chapitre 6.4.2.1 de cette étude.



$l$  : longueur de la boucle, en mètres  
 $d$  : largeur de la boucle, en mètres  
 Le risque de rupture du diélectrique est évité si la condition  $d > l/20$  est respectée.

**Figure 2 : Formes de courbure des conducteurs de descente**

Les conducteurs de descente, pour les cages maillées, paratonnerres à pointe simple et fils tendu, doivent être fixés en respectant le tableau suivant :

Disposition	Points de fixation pour conducteurs torsadés ou ruban mm	Points de fixation pour conducteurs pleins mm
Conducteurs horizontaux sur surfaces horizontales	500	1 000
Conducteurs horizontaux sur surfaces verticales	500	1 000
Conducteurs verticaux du sol jusqu'à 20 m	1 000	1 000
Conducteurs verticaux au-dessus de 20 m	500	1 000

NOTE 1 Ce tableau ne s'applique pas à des fixations préfabriquées qui ne nécessitent pas d'études particulières.  
 NOTE 2 Il convient que la détermination des conditions d'environnement (par exemple force du vent) soit considérée et il se peut que des points de fixation différents de ceux recommandés se révèlent nécessaires.

**Tableau 13 : Points de fixation pour les conducteurs de descente**

Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.

Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol.**

#### 6.4.2.3 Matériaux et dimensions

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

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

**Tableau 14: Nature des conducteurs de descente**

#### 6.4.2.4 Joint de contrôle

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561) comportant le symbole prise de terre.

#### 6.4.2.5 Compteur de coups de foudre

Selon l'article 21 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, les agressions de la foudre sur site doivent être enregistrées. Afin de comptabiliser les impacts de la foudre plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Un compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre,
- Un compteur de coups de foudre au niveau du parafoudre de type 1 dans le TGBT,
- Un abonnement de télécomptage à Météorage.

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre. Il doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle et être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur par paratonnerre**.

#### 6.4.2.6 Autorisation d'intervention à proximité des réseaux

Au regard des obligations à respecter au titre de la réglementation applicable aux travaux exécutés à proximité d'ouvrages souterrains ou aériens (Code de l'environnement) et conformément à la norme NF S70-003-1 d'application obligatoire, le responsable de projet peut faire le choix d'une procédure de DT-DICT conjointe lorsque le projet concerne une opération unitaire dont la zone d'intervention géographique est très limitée et dont le temps de réalisation est très court.

L'entreprise qui réalisera l'installation devra, dans le cadre du marché privé ou public, effectuer la procédure de déclaration DT/DICT conjointe au moyen de tout formulaire et document nécessaires conformément à la réglementation en vigueur. De même, ses intervenants devront être qualifiés AIPR, afin de respecter la réglementation.

#### 6.4.2.7 Prise de terre Cage maillée, Pointe Simple, Fil tendu.

**Une prise de terre de type B** (boucle) ne peut être réalisée du fait de la non possibilité de ceinturer le bâtiment.

Il y a donc lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente**.

Au total, **2 prises de terre** devront être améliorées afin de rendre conforme l'installation.

**Les prises de terre type A** doivent satisfaire les exigences suivantes, selon la NF EN 62305-3 :

Chaque prise de terre de type A devra être composée par des électrodes radiales ( $l_r$ ) ou verticales ( $l_v$ ) ou inclinées ( $l_i$ ).

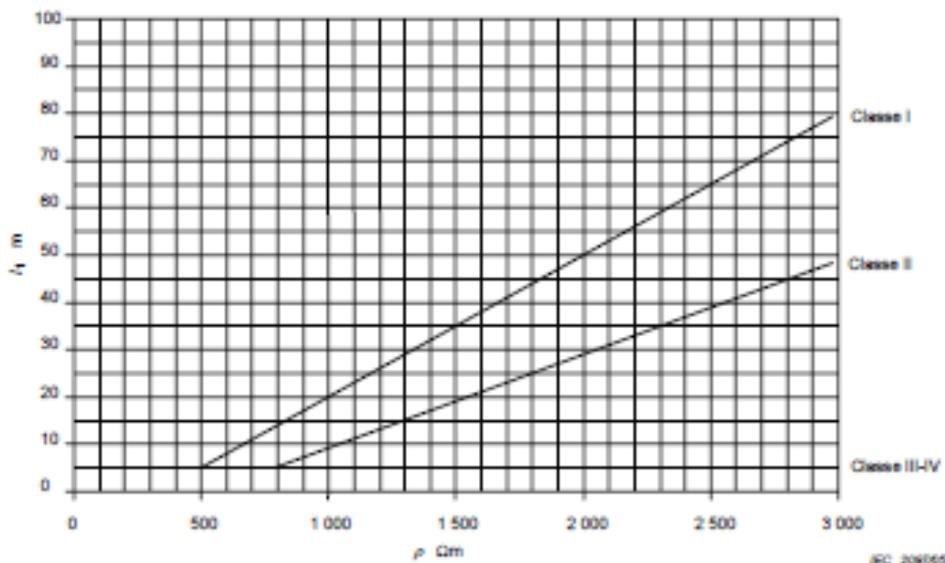
Sachant que :

- ✓ Pour des électrodes verticales ( $l_v$ ) :  $l_c = 0,5 \times l_v$ , et qu'il faut rajouter 0,5m par électrode verticale afin de prendre en compte la profondeur du sol gelé.
- ✓ Que pour des électrodes radiales ( $l_r$ ) :  $l_c = l_r$

Pour une disposition A, le nombre minimal d'électrodes de terre doit être de deux. Il est recommandé que la prise de terre ait une résistance de terre la plus faible possible ( $\leq 10 \Omega$ ).

Dans le cas d'une prise de terre supérieure à 10 ohms, un ajout d'électrode sera réalisé.

**La constitution de la prise de terre dans le cas d'une valeur supérieur à 10 ohms, dépendra de la résistivité du sol.** Pour une résistivité de 1000 Ω.m, la prise de terre devra être constituée par un minimum de 20 m d'électrodes, réparti sur 2 électrodes minimum.



NOTE Les niveaux III à IV sont indépendants de la résistivité du sol.

**Figure 3 : Longueur minimale L1 de chaque électrode de terre en fonction des niveaux de SPF (NF EN 62 305-3)**

Pour le niveau IV de protection, la prise de terre doit être constituée à minima de 2 x 5 m d'électrodes horizontales, ou 2 x 2,5 m d'électrodes verticales.

**Une prise de terre de type B** (boucle) peut être réalisé du fait que **le fond de fouille est supérieur ou égal à 50mm<sup>2</sup>**,

Configuration de la prise de terre **Type B** :

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm<sup>2</sup>.

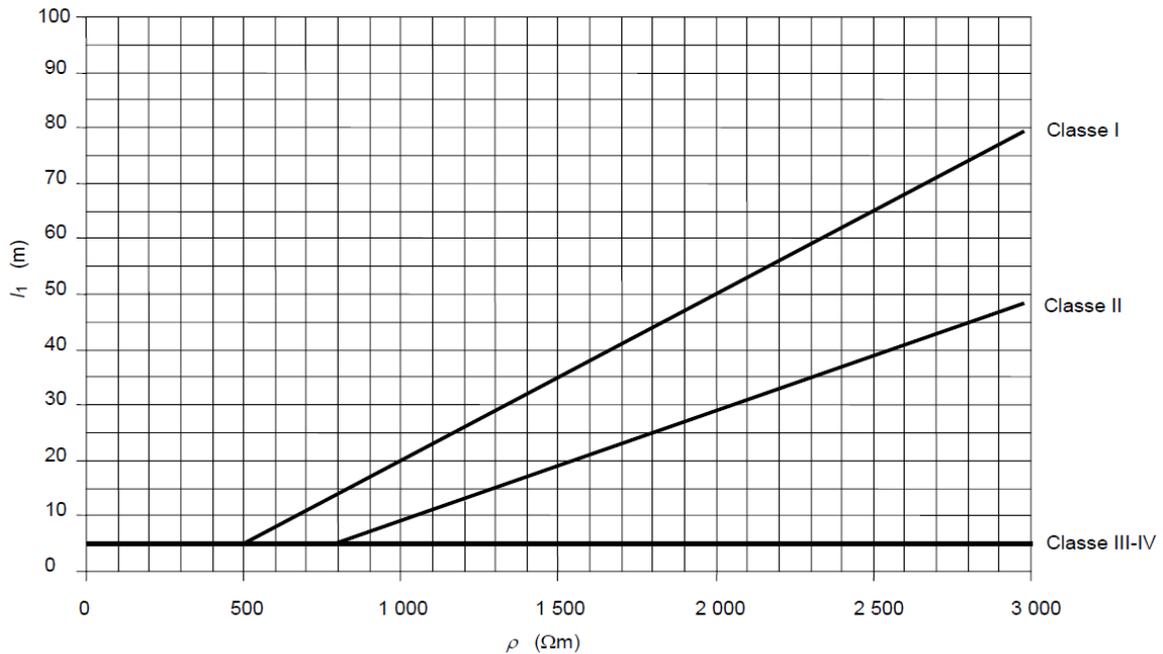
Pour la prise de terre de type B, le rayon géométrique moyen  $r_e$  de la surface délimitée par la dite prise de terre ne doit pas être inférieur à la valeur de  $l_1$  :

$$r_e \geq l_1$$

ou  $l_1$  est représenté par la figure ci-dessous. Si  $l_1$  est supérieure à la valeur de  $r_e$ , des électrodes radiales, ou verticales supplémentaires doivent être ajoutées. Les longueurs individuelles  $l_r$  (horizontales) et  $l_v$  (verticales) étant obtenues à l'aide des formules suivantes :

$$l_r = l_1 - r_e \qquad l_v = (l_1 - r_e) / 2$$

Il est recommandé que le nombre d'électrodes ne soit pas inférieur au nombre de conducteurs de descente.



**Figure 4 : longueur minimale  $l_1$  de chaque électrode de terre selon le niveau de protection du SPF**

Les longueurs minimales telles qu'indiquées à la Figure 3 peuvent ne pas être considérées, à condition qu'une prise de terre de résistance inférieure à 10  $\Omega$  soit réalisée

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales			Observations
		Tige de terre $\varnothing$ mm	Conducteur de terre	Plaque de terre mm	
Cuivre	Torsadé <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		Diamètre 8 mm
	Plaque pleine <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		Épaisseur min. 2 mm
	Rond plein	15 <sup>8)</sup>			Épaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau	20			Épaisseur min. 2 mm
	Plaque pleine			500 x 500	Épaisseur min. 2 mm
	Plaque torsadée			600 x 600	25 mm x 2 mm section Configuration de longueur minimale d'une plaque torsadée: 4,8 m
Acier	Rond plein galv. <sup>1), 2)</sup>	16 <sup>9)</sup>	Diamètre 10 mm		Épaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau galv. <sup>1), 2)</sup>	25			Épaisseur min. 3 mm
	Bande pleine galv. <sup>1)</sup>		90 mm <sup>2</sup>		Épaisseur min. 3 mm
	Plaque pleine galv. <sup>1)</sup>			500 x 500	Épaisseur min. 3 mm
	Treillis galv. <sup>1)</sup>			600 x 600	30 mm x 3 mm section
	Rond cuivre plein revêtu <sup>4)</sup>	14			250 $\mu m$ rayon minimum
	Rond plein nu <sup>5)</sup>		Diamètre 10 mm		Revêtement Cu de 99,9 %
	Nu ou galv. plaque pleine <sup>5), 9)</sup>		75 mm <sup>2</sup>		Épaisseur min 3 mm
Torsadé galv. <sup>5) 6)</sup>		70 mm <sup>2</sup>		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm	
	Profilé galvanisé en croix <sup>1)</sup>	50 x 50 x 3			
Acier inoxydable <sup>7)</sup>	Rond plein	15	Diamètre 10 mm		
	Plaque pleine		100 mm <sup>2</sup>		Épaisseur min. 2 mm

**Tableau 15 : Nature des prises de terre selon la norme**

#### 6.4.2.8 Equipotentialité des prises de terres

Il convient de connecter les prises de terre au fond de fouille du bâtiment (ou aux terres des masses électriques si leur section est suffisante et si acceptées au préalable par la maîtrise d'ouvrage) à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 62561) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Lors de la mise en place des fonds de fouille, les différents bâtiments du site devront avoir leurs fonds de fouilles respectifs reliés entre eux.

#### 6.4.2.9 Condition de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à 500  $\Omega$  m, la distance minimum est portée à 5 m.

#### 6.4.2.10 Tension de contact et de pas

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si une des conditions suivantes est satisfaite :

- La probabilité pour que les personnes s'approchent et la durée de leur présence à l'extérieur de la structure et à proximité des conducteurs de descente est très faible.
- Les conducteurs naturels de descente sont constitués de plusieurs colonnes de la structure métallique de la structure ou de plusieurs poteaux en acier interconnectés, assurant leur continuité électrique.
- La résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 k $\Omega$ m.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'être vivants en raison des tensions de contact et de pas telles que :

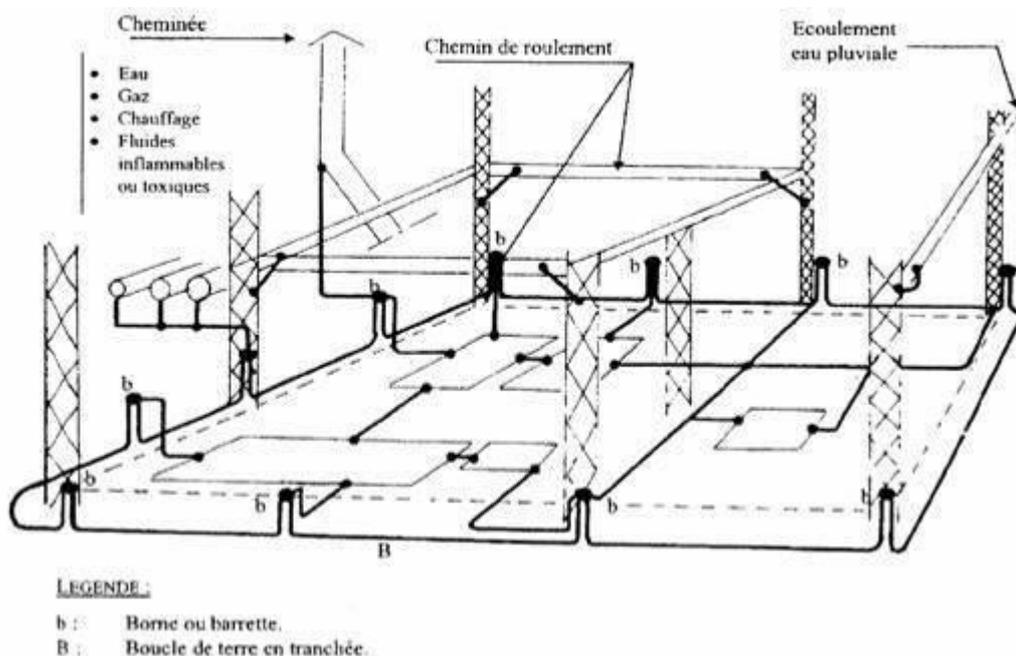
- l'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50  $\mu$ s, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

**Dans notre cas, la solution la plus adaptée est la mise en place de pancarte d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.**

**6.5 Mise à la terre des canalisations**

Il est rappelé que toutes les canalisations métalliques entrantes et sortantes devront être raccordées au réseau de terre et de masse du bâtiment à leur point de pénétration (liaisons avec les remontées de prise de terre de préférence) suivant le principe de la figure suivante. Ces liaisons d'interconnexion au réseau de terre du bâtiment sont notamment à faire au niveau des canalisations métalliques transportant des produits à risque (canalisations de gaz combustible et médicaux en particulier)

Ces liaisons devront se faire par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62305-3.



**Figure 5: Principe général de mises à la terre**

Zone	Nom	Mise à la terre
<b>Bloc Chaufferie</b>	Canalisation Gaz	A réaliser (si métallique)
	Canalisations Eaux Usées	A réaliser (si métallique)
	Canalisations Eaux Pluviales	A réaliser (si métallique)
	Canalisations AEP	A réaliser (si métallique)
	Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour	A réaliser (si métallique)
	Canalisations CVC	A réaliser (si métallique)

**Tableau 16 : Canalisations entrantes**

Élément d'équipotentialité		Matériau <sup>a</sup>	Section <sup>b</sup> mm <sup>2</sup>
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) <sup>c</sup>	Classe I	Cu	16
	Classe II		6
	Classe III		1
	Autres parafoudres <sup>d</sup>		1
<sup>a</sup> Il convient que les autres matériaux utilisés présentent des sections assurant une résistance équivalente. <sup>b</sup> Dans certains pays, il est possible d'utiliser des conducteurs de plus petites dimensions, à condition qu'ils satisfassent aux exigences thermiques et mécaniques- voir la CEI 62305-1:2010, Annexe D. <sup>c</sup> Pour les parafoudres utilisés dans des applications de puissance, des informations complémentaires relatives aux conducteurs de connexion sont données dans la CEI 60364-5-53 et dans la CEI 61643-12. <sup>d</sup> Les autres parafoudres incluent les parafoudres utilisés dans les réseaux de télécommunication et de signalisation			

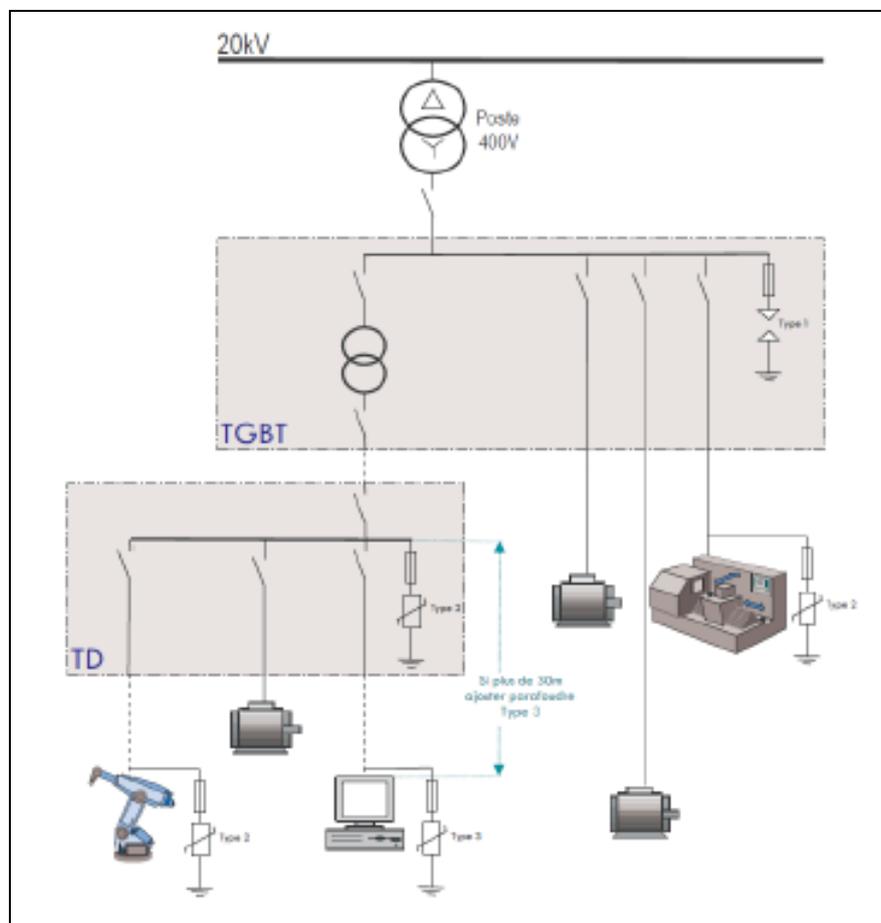
**Tableau 17 : Sections minimales des éléments d'équipotentialité**

**7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre**

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau IV** sur le site **SPV DU MENEZ de PLOUGASTEL-DAOULAS (29)**.

Une protection devra être mise en place :

- Au niveau de l'alimentation générale des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux obligations des normes NF EN 62305-4 et du guide UTE C 15-443.
- Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques, ...).



**Figure 6 : Principe de protection par parafoudres**

Nous préconisons :

<b>Bâtiment</b>	<b>Armoire</b>	<b>Préconisation</b>
<i>Poste HT/BT</i>	<i>TGBT</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Poste GTA</i>	<i>TGBT Réinjection</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

**Tableau 18 : Protection type 1**

<b>Bâtiment</b>	<b>Armoire</b>	<b>Préconisation</b>
<i>Chaufferie</i>	Centrale de détection incendie	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection gaz (à confirmer)	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Report d'alarme	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection d'ammoniaque (à confirmer)	Installation d'un Parafoudre de type 2

**Tableau 19 : Protection type 2**

<b>Bâtiment</b>	<b>Installation</b>	<b>Préconisation</b>
<i>Chaufferie</i>	<i>Répartiteur Télécom</i>	<i>Parafoudres CFA de type 1 sur lignes télécom exploitées et mise à la terre des paires inertes</i>

**Tableau 20 : Protection CFA**

## 7.1 Protection des courants forts

### 7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II

Ces protections sont conçues pour être utilisées sur des installations où le « risque foudre » est très important, notamment en présence de paratonnerre sur le site. Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.

#### Calcul du courant $I_{imp}$ des parafoudres de type 1 (et type 1+2) :

Le courant  $I_{imp}$  est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Il dépend de :

- la moitié du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

I (kA)	P	Niveau de protection
100	0,05	IV et III
150	0,02	II
200	0,01	I
300	0,005	I+
600	0,001	I++

**Tableau 21: Valeurs du courant de foudre direct  $I_{imp}$  maxi**

- Du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

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

Où  $n$  est le nombre de réseaux rentrants incluant câbles électriques (excepté les lignes téléphoniques) et conduites métalliques et  $m$  nombre de pôles du câble électrique concerné.

	TGBT
Régime de neutre	TN
Pour le n	7
Pour le m	3
n x m=	21
Calcul niveau IV et III (0,5 / (n x m)) x 100 =	4,17

**Tableau 22 : Calcul du limp**

La norme NF C 15100 impose un minimum de **12,5 kA**.

On retrouve ainsi les résultats suivants :

**Caractéristiques** :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent : **Uc ≥ 253V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc ≥ Ik3**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μs) : **Iimp ≥ 12,5 kA**
- Niveau de protection : **Up ≤ 1,5 kV**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion selon les préconisations du fabricant.

7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

La protection de Type 2, est dédiée à la protection contre les effets indirects de la foudre et a pour but de limiter la tension résiduelle de la protection primaire.

Il est donc **obligatoire** de prévoir l'installation, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des équipements liés au MMR des parafoudres de Type 2 conformément à la norme **NF EN 62-305-4**.

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20µs (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en **coordination** avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont.

En cas d'absence d'armoire divisionnaire à proximité des équipements à protéger, des coffrets parafoudre devront être installés.

**Calcul du courant In des parafoudres de type 2 selon le Guide UTE C 15-443 :**

- **Evaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre**

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre dénommé F est évalué par la formule suivante :

$$F = Nk (1,6 + 2.LBT + \delta)$$

Où :

- **Nk** : est le niveau kéraunique local (nombre de jours d'orages / an),
- **LBT** : est la longueur en km de la ligne BT alimentant l'installation.
  - o Pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retient LBT = 0,5.
- **δ** : est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment.
  - o La valeur de δ est donnée dans le tableau ci-dessous.

Situation de la ligne (BT) et du bâtiment	Complètement entouré de structures	Quelques structures à proximité ou inconnue	Terrain plat ou découvert	Sur une crête, présence de plan d'eau, site montagneux
δ	0	0,5	0,75	1

**Tableau 23: Valeurs de δ selon la situation de la ligne et du bâtiment**

Application de la formule :

$$F = 4,0 \times (1,6 + (2 \times 0,5) + 0)$$

$$\text{Soit : } F = 10,4$$

**Le paramètre F est donc égal à 10,4 pour ce site.**

- **Choix de In**

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge In recommandé est de 5 kA pour les parafoudres de type 2.

Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

Le tableau ci-dessous permet d'optimiser le choix de In en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	In (kA)
$F \leq 40$	5
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

**Tableau 24: Choix de In dans le cas des parafoudres de type 2**

	chaufferie
In (kA)	5 kA

**Tableau 25: Résumé du In pour les bâtiments du site**

**Caractéristiques :**

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent **Uc ≥ 253V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc ≥ Ik3**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) **In ≥ 5 kA**
- Niveau de protection **Up ≤ 1,5 kV**

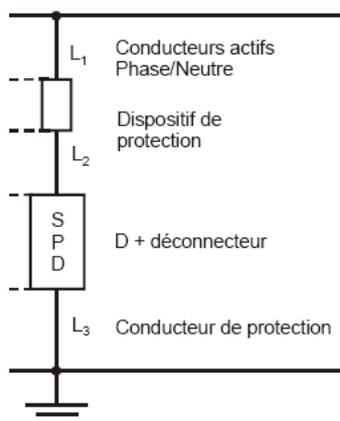
Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion selon les préconisations du fabricant.

### 7.1.3 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

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

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.



**Figure 7 : Principe de câblage d'un parafoudre**

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443 et à la norme NF EN 62305-4.

### 7.1.4 Dispositif de déconnexion

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles, disjoncteurs...). Ce dispositif doit respecter les exigences mentionnées par le fabricant du parafoudre installé.

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

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction de la note conjointe Qualifoudre / F2C sur les dispositifs de protection en amont des parafoudres et des recommandations des fabricants de parafoudres.

Pour information, vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon cette note.

La tenue du Dispositif de Protection contre les Surintensités de l'Installation (DPSI) en onde 10/350, n'est généralement pas connue du fabricant. Aussi le cas idéal de choix est le suivant :

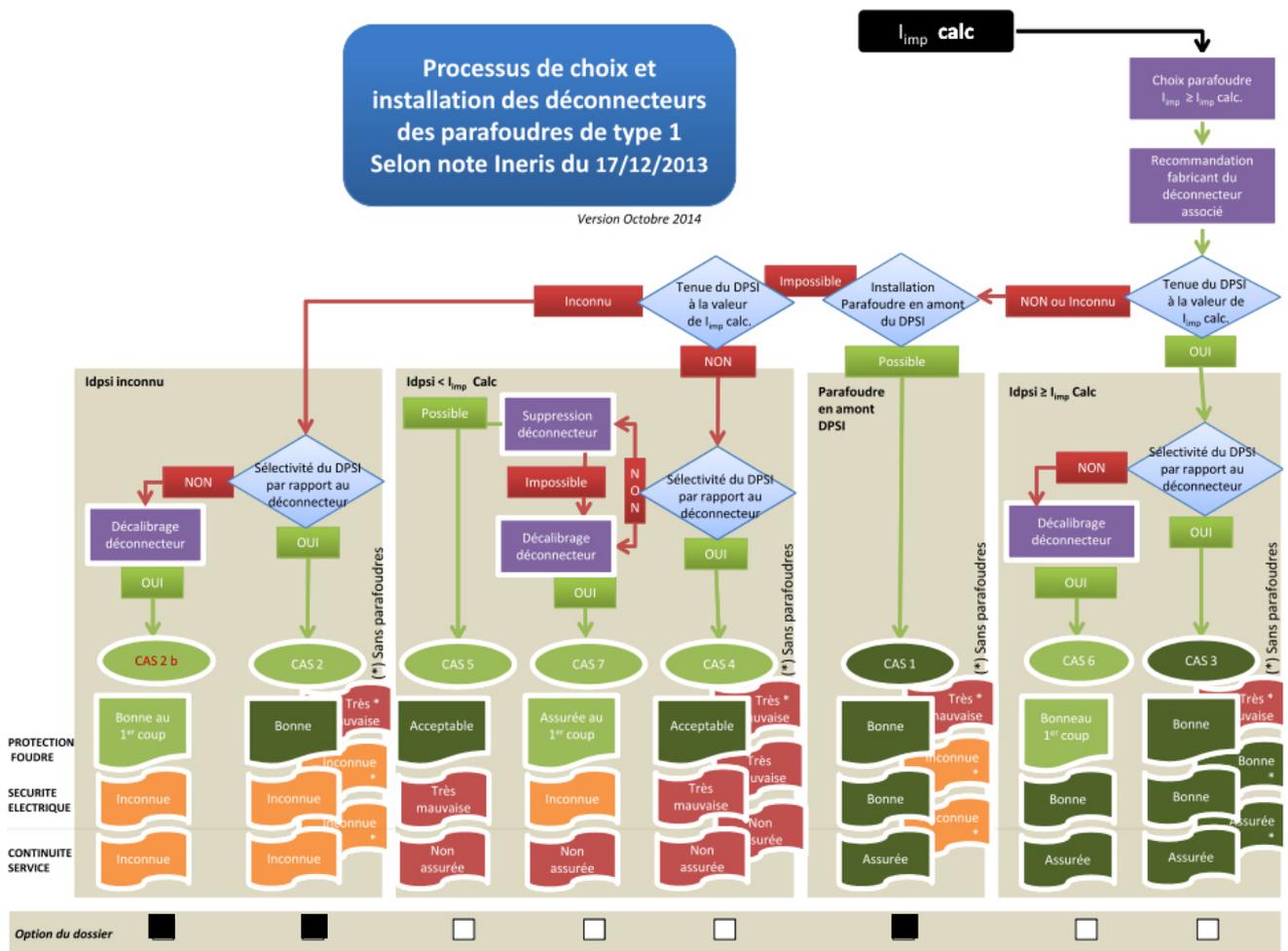
- Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document). Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

Pour autant l'installation des parafoudres peut être difficile, contraignante à réaliser : obligation d'intervention sous tension ou coupure du poste d'alimentation...

Si le cas 1 ne s'avère pas réalisable, le cas 2 doit être envisagé, avec une inconnue qui subsiste sur le comportement du DPSI en cas de surtension vis-à-vis des critères de sécurité électrique et de continuité de service (étant donné sa présence en amont du parafoudre et son déconnecteur).

Cette inconnue existait déjà avant l'implantation de parafoudres dans l'installation électrique.

Cas 2 ou cas 2 b (Cf. document). Dans ce cas, la protection foudre est assurée, la sécurité électrique et la continuité de service sont inconnues.



**Figure 8 : Dispositifs de déconnexion des parafoudres de type 1**

**7.2 Protection des lignes de télécommunication**

**7.2.1 Protection par parafoudre**

Ces parafoudres doivent être conformes aux normes NF EN 61643-21 et -22.

Ils sont adaptés aux exigences des différents réseaux entrant dans la structure à protéger :

- Réseau **Telecom** : protection des équipements PABX, modems, terminaux, ...
- Réseau **industriel** : protection d'automates, systèmes de télégestion, télétransmetteurs, sondes, capteurs, servomoteurs, centrales de contrôle d'accès, d'incendie, ...
- Réseau **informatique** : protection des réseaux inter-bâtiment

Le tableau E.2 de l'annexe E de la NF EN 62305 -1 donne, pour les réseaux de **communication**, les surintensités de foudre susceptibles d'apparaître lors des impacts de foudre.

Le courant impulsionnel de foudre ( $i_{imp}$  – onde 10/350  $\mu s$ ) des parafoudres doit être  $>$  ou  $=$  aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection $N_p$	
I-II	III-IV
<b><math>i_{imp}</math> minimum du parafoudre (en kA) en onde 10/350 <math>\mu s</math></b>	
2	1

**Tableau 26 : Valeur de l' $i_{imp}$**

Pour les réseaux écrantés, ces valeurs peuvent être réduites d'un facteur 0,5.

Pour la **sélection** de ces parafoudres, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- Caractéristiques de la ligne à protéger : ISDN, ADSL
- Nombre de lignes à protéger
- Type d'installation souhaitée : boîtier mural, répartiteur, rail DIN, ...
- Ergonomie : modules débrochables.

**Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des arrivées Télécom.**

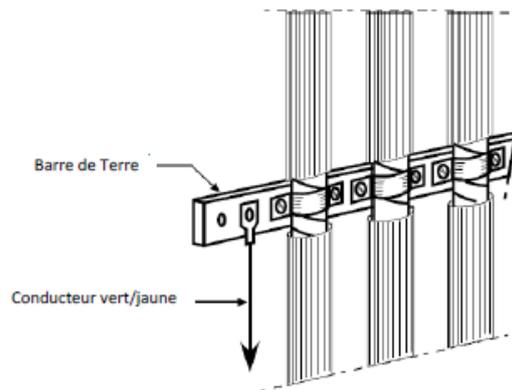
**Pour ce faire, le maître d'ouvrage devra donner à l'installateur le nombre et les caractéristiques des lignes à protéger (type de signal, tension, ...), sans quoi ces protections ne pourront être chiffrées et installées.**

Les paires non utilisées ainsi que le support métallique de la tête de ligne devront être mis à la terre.

### 7.2.2 Protection par écrantage de ligne

Afin de palier l'installation en grande quantité de parafoudres sur les lignes courants faibles identifiées, il est possible de mettre en place des câbles écrantés / blindés entre l'émetteur et le récepteur à protéger conformément à la NF EN 62 305.

Les câbles écrantés / blindés sont reliés à la terre aux deux extrémités de la ligne et le risque d'impact directe de la foudre sur les câbles devra être absent.



**Figure 9 : Mise à la terre de câble écrantés**

## 8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

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

Selon l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, « *les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site* », et « *tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord* ».

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

- soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEOFRANCE,



- soit un système local de détection par moulin à champ type Détectstorm ou équivalent.



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

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

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et tout dépotage interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

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

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

### Mesure de prévention à mettre en place :

A l'approche d'un orage, le dépotage et l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.

La mise en place d'un abonnement METEORAGE ou d'un moulin à champ, n'est pas requise selon l'Analyse de Risque Foudre.

## 9. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Elle est attribuée depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

## 10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

### 10.1 Vérification initiale

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

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

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

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

## 10.2 Vérifications périodiques

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

Niveau de protection	Inspection visuelle année	Inspection complète année	Inspection complète des situations critiques <sup>a b</sup> année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1

<sup>a</sup> Il convient que les systèmes de protection contre la foudre utilisés dans les applications impliquant des structures avec un risque dû aux matériaux explosifs, fassent l'objet d'une inspection visuelle tous les 6 mois. Il convient de soumettre l'installation à des essais électriques une fois par an. Une exception acceptable au programme d'essai annuel consisterait à effectuer les essais sur un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des essais de résistance de terre à des périodes différentes de l'année pour être informé des variations saisonnières.

<sup>b</sup> Les situations critiques peuvent inclure les structures contenant des réseaux internes sensibles, les immeubles administratifs et commerciaux ou les lieux de présence potentielle d'un grand nombre de personnes.

**Tableau 27 : D'après NF EN 62 305-3**

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **SPV DU MENEZ de PLOUGASTEL-DAOULAS (29)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

### **Note importante** :

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques.

## 10.3 Vérifications supplémentaires

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

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

**Toutes ces vérifications devront être annotées dans la Notice de Vérification et Maintenance fournie en annexe. Il conviendra de faire réaliser une mise à jour de cette dernière, une fois l'installation effectuée.**

## 11. TABLEAU DE SYNTHESE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
<b>EFFETS DIRECTS</b>	
Chaufferie	Installation d'un SPF <b>de niveau IV sur la cheminée de chaufferie</b> , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
<b>EFFETS INDIRECTS</b>	
TGBT	Mise en place de parafoudres <b>type 1+2 de niveau IV</b> : onde 10/350 $\mu$ s, conformément au § 7 de cette étude technique.
Tableaux divisionnaires et installations sensibles	Protection par parafoudres type 2 : onde 8/20 $\mu$ s, In 5 kA minimum et Up < 1,5 kV, conformément au § 7 de cette étude technique.
Lignes de télécommunication, report d'alarme et ligne secours	Protection par parafoudres courant faible adapté, conformément au § 7 de cette étude technique.
<b>PREVENTION</b>	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

**Tableau 28: Tableau de synthèse**

Notre étude est construite sur la base que les installations (électriques, structurelles, mises à la terre, ...) sont conformes aux normes et législations en vigueur, qu'elles sont vérifiées et maintenues en état par le maître d'ouvrage.

**NOTA :**

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

**ANNEXE 1**

**Note de calcul distance de séparation**

**CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

Niveau de protection	IV
----------------------	----

Coefficient Ki	0,04
----------------	------

Nombre de conducteurs de descente	2
-----------------------------------	---

Coefficient Kc	0,66
----------------	------

Coefficient Km Air	1
--------------------	---

Coefficient Km Béton, Briques	0,5
-------------------------------	-----

Coefficient l	30 m
---------------	------

**POINTE/CAGE/FILS n°**

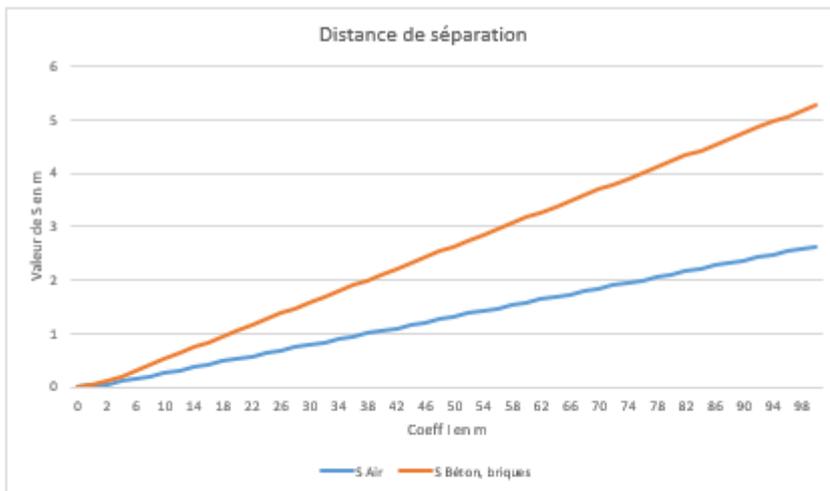
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,66
Maille 4 et +	0,44

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

<b>Calcul de S Air max</b>	<b>0,792 m</b>
<b>Calcul de S Béton, Briques max</b>	<b>1,584 m</b>

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



**NOTA:** La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

**ANNEXE 2**

**Notice de Vérification et de Maintenance**

**NOTICE DE VERIFICATION ET DE  
MAINTENANCE**

**SPV DU MENEZ**

**SITE DE PLOUGASTEL-DAOULAS (29)**

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Société : RG CONSULTANT Date : 08/03/2024 	Nom : <b>Mohamed-Amin KENZARI</b> Société : RG CONSULTANT Date : 18/03/2024 Visa 	<b>A</b>

333 cours du 3<sup>ème</sup> Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France  
 Bâtiment Le Pôle – 2<sup>ème</sup> étage  
 Tél. +33 (0)4 37 41 16 10  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France  
 Tél. +33 (0)6 79 97 46 02  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)



**SOMMAIRE**

**1. ORDRES DES VERIFICATIONS ..... 4**

1.1 PROCEDURE DE VERIFICATION ..... 4

1.2 VERIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE ..... 4

1.3 VERIFICATIONS VISUELLES..... 4

1.4 VERIFICATIONS COMPLETES ..... 5

1.5 DOCUMENTATION DE LA VERIFICATION ..... 6

**2. MAINTENANCE ..... 7**

2.1 REMARQUES GENERALES..... 7

2.2 PROCEDURE DE MAINTENANCE..... 8

2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE..... 8

**3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE ..... 9**

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.E.P.F) ..... 9

3.1.1 *Implantations des SPF*..... 9

3.1.1 *Caractéristiques des dispositifs de capture* ..... 10

3.1.2 *Mise à la terre des canalisations*..... 10

3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.I.P.F) ..... 11

**4. NOTICE DE VERIFICATION ..... 12**

4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES SYSTEMES DE PROTECTION Foudre (SPF) ..... 12

4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFoudRES..... 14

**5. CARNET DE BORD ..... 15**

## TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 086	18/04/2024	Notice de vérification et de maintenance

## GLOSSAIRE

**ICPE** : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

**EIPS** : Equipements Importants Pour la Sécurité

**SPF** : Système de Protection contre la Foudre

**IEPF** : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

**IIPF** : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

## **1. ORDRES DES VERIFICATIONS**

### **1.1 Procédure de vérification**

Le but des vérifications est de s'assurer que le système est conforme aux normes en vigueur.

Elles comprennent la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles, les vérifications complètes et la documentation de ces inspections.

### **1.2 Vérification de la documentation technique**

Il y a lieu de vérifier la documentation technique totalement, pour s'assurer de la conformité à la série des normes NF EN 62305 et de la cohérence avec les schémas d'exécution.

### **1.3 Vérifications visuelles**

Il convient d'effectuer des vérifications visuelles pour s'assurer que :

- la conception est conforme aux normes NF EN 62305, NF C 17102 et NF EN 62561-x (avec x de 1 à 7),
- le Système de Protection Foudre 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,
- l'inspection et les essais des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés.

#### **1.4 Vérifications complètes**

La vérification complète et les essais des SPF comprennent une inspection visuelle complétée par :

- les essais de continuité des parties non visibles lors de la vérification initiale et qui ne peuvent être contrôlées par vérification 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 un rapport de vérification du SPF.
- Le contrôle de la partie active des têtes des Paratonnerres à Dispositifs d'Amorçages.
- La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète.

Il convient de mesurer chaque prise de terre locale à partir de la borne d'essai en position ouverte (mesure isolée).

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède 10  $\Omega$ , un contrôle est effectué pour vérifier que la prise de terre soit conforme.

Si la valeur de la résistance de la prise de terre s'est sensiblement accrue, des recherches sont effectuées pour en déterminer les raisons et prendre les mesures nécessaires.

Pour les prises de terre dans des sols rocailleux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10  $\Omega$  n'est pas applicable dans ce cas.

b) Les résultats des contrôles visuels des connexions des conducteurs et jonctions ou leur continuité électrique.

Si la prise de terre n'est pas conforme à ces exigences ou si le contrôle de ces exigences n'est pas possible, faute d'informations, il convient d'améliorer la prise de terre par des électrodes complémentaires ou par l'installation d'un nouveau réseau de terre.

### **1.5 Documentation de la vérification**

Le carnet de bord joint en chapitre 5, retrace l'historique des vérifications périodiques destinées à l'inspecteur, et comporte la nature des vérifications (mesure de continuité, de la résistance des terres, vérification à la suite d'un accident, type de vérification : visuelle ou complète), ainsi que les méthodes d'essai et les résultats des données obtenues.

Il est recommandé que l'inspecteur élabore un rapport qui sera conservé avec les rapports de conceptions, de maintenances et de vérifications antérieures.

Il convient que le rapport de vérification du Système de Protection Foudre comporte 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 ;
- Les mesures de la résistance de la prise de terre ;
- Les écarts par rapport aux normes ;
- La documentation sur les modifications et les extensions du système et de la structure. De plus, les schémas d'installation et de conception ont lieu d'être revus ;
- Les résultats des essais effectués.

## 2. MAINTENANCE

Il convient de vérifier régulièrement le SPF afin de s'assurer qu'il n'est pas détérioré et qu'il continue à satisfaire aux exigences pour lesquelles il a été conçu. Il convient que la conception d'un SPF détermine la maintenance nécessaire et les cycles de vérification conformément au Tableau suivant.

Niveau de protection	Inspection visuelle année	Inspection complète année	Inspection complète des situations critiques <sup>a b</sup> année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1

<sup>a</sup> Il convient que les systèmes de protection contre la foudre utilisés dans les applications impliquant des structures avec un risque dû aux matériaux explosifs, fassent l'objet d'une inspection visuelle tous les 6 mois. Il convient de soumettre l'installation à des essais électriques une fois par an. Une exception acceptable au programme d'essai annuel consisterait à effectuer les essais sur un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des essais de résistance de terre à des périodes différentes de l'année pour être informé des variations saisonnières.

<sup>b</sup> Les situations critiques peuvent inclure les structures contenant des réseaux internes sensibles, les immeubles administratifs et commerciaux ou les lieux de présence potentielle d'un grand nombre de personnes.

**Tableau 29 : Périodicité selon le niveau de protection.**

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **SPV DU MENEZ** sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS (29)** l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

### 2.1 Remarques générales

Les composants du SPF perdent de leur efficacité au cours des ans en raison de la corrosion, des intempéries, des chocs mécaniques et des impacts de foudre.

Il y a lieu que l'inspection et la maintenance soient faites par un organisme agréé **Qualifoudre**.

Pour effectuer la maintenance et les vérifications du système de protection, il convient de coordonner les deux programmes, vérification et maintenance.

La maintenance d'un système de protection est importante même si le concepteur du SPF a pris des précautions particulières pour la protection contre la corrosion et a dimensionné les composants en fonction de l'exposition particulière contre les dommages de la foudre et les intempéries, en complément des exigences des normes NF EN 62 305 et NF C 17102.

Il convient que les caractéristiques mécaniques et électriques d'un système de protection soient maintenues toute la durée de sa vie afin de satisfaire aux exigences des normes.

Si des modifications sont effectuées sur le bâtiment ou sur l'équipement ou si sa vocation est modifiée, il peut être nécessaire de modifier le système de protection.

Si une vérification montre que des réparations sont nécessaires, celles-ci seront exécutées sans délai et ne peuvent être reportées à la révision suivante.

## 2.2 Procédure de maintenance

Le site **SPV DU MENEZ** sur la commune de **PLOUGASTEL-DAOULAS (29)** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

- de la dégradation liée à la météorologie et à l'environnement ;
- de l'exposition au danger de foudre ;
- du niveau de protection donné à la structure.

**Une inspection visuelle est obligatoire tous les ans et une inspection complète doit être faite tous les deux ans.**

Le carnet de bord comporte un programme de maintenance, listant les vérifications de manière que la maintenance soit régulièrement suivie et comparée avec les vérifications antérieures.

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

- vérification de tous les conducteurs et composants du SPF ;
- vérification de la continuité électrique de l'installation ;
- mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre ;
- vérification des parafoudres ;
- re-fixation des composants et des conducteurs ;
- vérification de l'efficacité du système après modifications ou extensions de la structure et de ses installations.

## 2.3 Documentation de maintenance

Il convient que des enregistrements complets soient effectués lors des procédures de maintenance et qu'ils comportent les actions correctives prises ou à prendre.

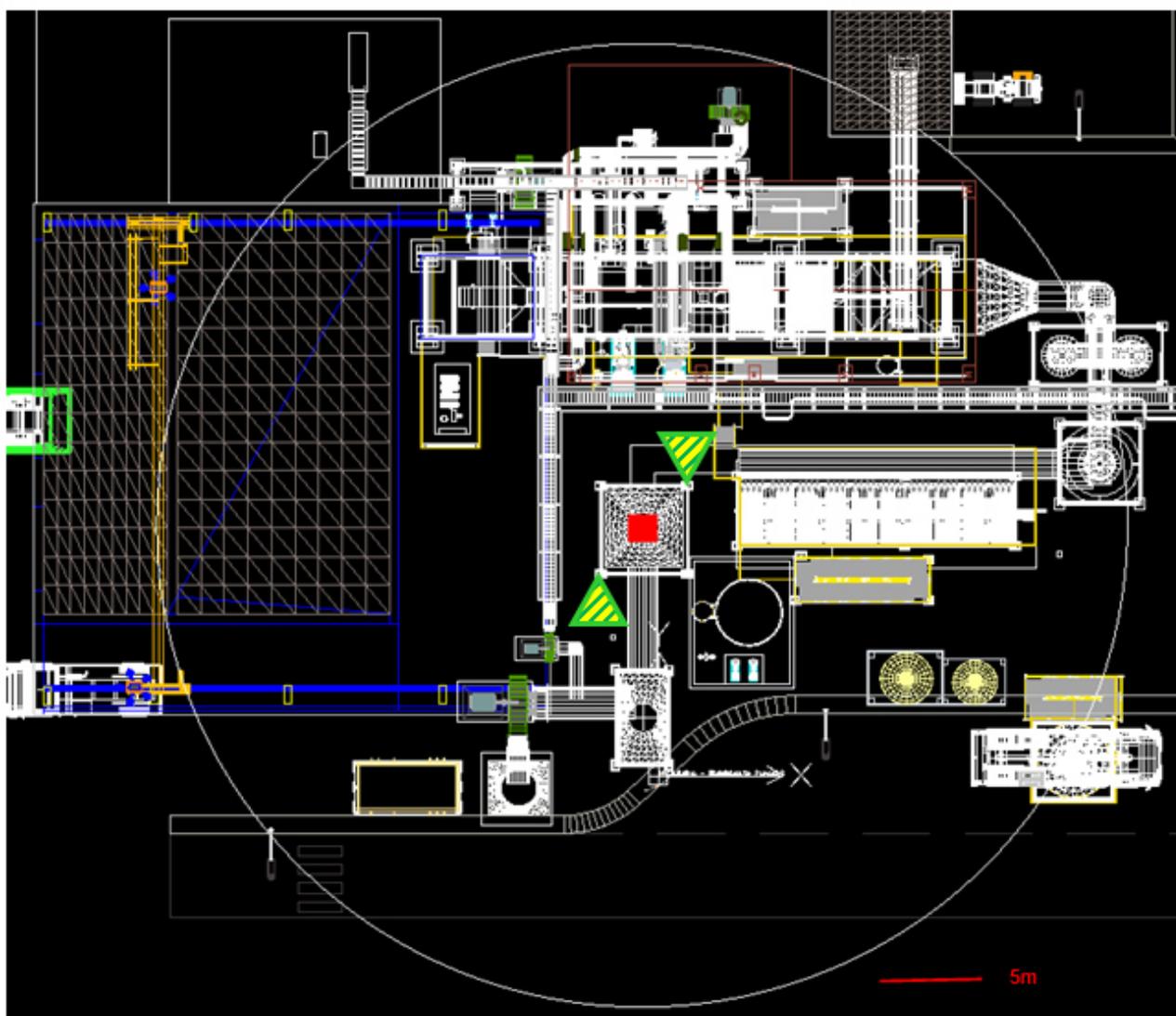
Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

Il convient que ces enregistrements servent de base pour la révision et la modernisation des programmes de maintenance du SPF et qu'ils soient conservés avec les rapports de conception et de vérification.

### 3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

#### 3.1 Installations Extérieures de Protection contre la foudre (I.E.P.F)

##### 3.1.1 *Implantations des SPF*



**Figure 10 : Implantation des paratonnerres**

Légende :			
	Rayon de protection 22,9 m		PTS sur mât de 1 m
	Prise de terre à créer		

3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture

	PTS
Hauteur	1 m
Niveau de protection	4
Rayon de protection	22,9 m
Distance de séparation	0,8 m

**Tableau 30 : Caractéristiques des dispositifs de capture**

3.1.2 Mise à la terre des canalisations

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
Canalisation Gaz	mm <sup>2</sup>		
Canalisations Eaux Usées	mm <sup>2</sup>		
Canalisations Eaux Pluviales	mm <sup>2</sup>		
Canalisations AEP	mm <sup>2</sup>		
Canalisations Réseau de chaleur Aller/retour	mm <sup>2</sup>		
Canalisations CVC	mm <sup>2</sup>		

**Tableau 31 : Mise à la terre des canalisations**

### 3.2 Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (I.I.P.F)

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Type</i>	<i>Marque - réf</i>	<i>Up (kV)</i>	<i>In- (kA)</i>	<i>Iimp- Imax (kA)</i>	<i>Dispositif de déconnexion</i>
<i>Poste HT/BT</i>	<i>TGBT</i>	<i>1+2</i>					
<i>Poste GTA</i>	<i>TGBT</i>	<i>1+2</i>					
	Centrale de détection incendie	2					
	Centrale de détection gaz (à confirmer)	2					
	Report d'alarme	2					
	Onduleurs (si participe à l'installation de sécurité des personnes)	2					
	Centrale de détection intrusion et vidéo-surveillance	2					
	Centrale de détection d'ammoniaque (à confirmer)	2					
	<i>Télécommunication</i>	<i>1</i>					

**Tableau 32 : Liste des parafoudres**

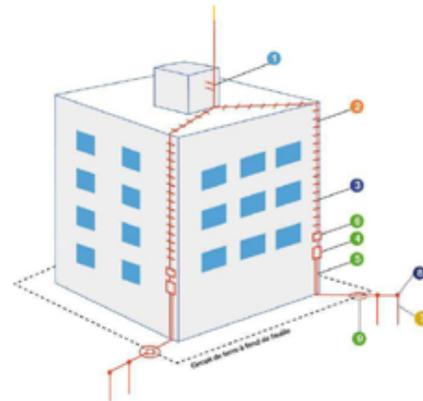
**4. NOTICE DE VERIFICATION**

**4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)**

**FICHE CONTROLE PTS**

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES PTS
Hauteur du mât : .....
Nombre de conducteur de descente : .....
Niveau de protection :
<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV
Rayon de protection : ..... (m)



✓ INSPECTION VISUELLE :

**1- Etat des composants du dispositif de capture :**

- |                          |                                   |                                       |       |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Etat visuel d'ensemble : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Etat des composants :    | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Etat du mât de la PTS :  | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Etat des ancrages :      | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Etat des connexions :    | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |

**2- Nature et composition des conducteurs de descentes :**

- |  |                                   |                                       |       |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Type et matériau :                       | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Présence de joints de contrôle:          | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Cheminement du conducteur de descente:   | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Raccordement au dispositif de capture :  | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |
| Continuité des conducteurs de descente : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | ..... |

**3- Installation et état des conducteurs de descentes :**

- Rayons de courbure des coudes des conducteurs :  Conforme  Non-conforme .....
- Etat des connexions :  Conforme  Non-conforme .....
- Fixation du conducteur de descente (3 par m) :  Conforme  Non-conforme .....
- Croisement avec des canalisations électriques :  Conforme  Non-conforme .....
- Connexions équipotentielles avec les dispositifs internes et les plans de masses ou de terre :
- Conforme  Non-conforme .....
- Distance de séparation par rapport aux masses métalliques : ..... (m)
- Conforme  Non-conforme .....
- Protection mécanique du conducteur de descente au niveau du sol ou gaine isolée :
- Conforme  Non-conforme .....
- Compteur de coup de foudre :  Conforme  Non-conforme .....
- Nombre d'impact relevé: .....
- Pancarte d'avertissement:  Présente  Absente .....

**4- Prise de terre :**

**Appareil utilisé pour les mesures :** .....

Constitution :  Conforme  Non-conforme .....

Etat :  Conforme  Non-conforme .....

Prise de terre de type :

A  B .....

Valeur des prises de terre de type A (Ohms) :


Valeur de la prise de terre de type B : .....(Ohms)

Conforme  à Améliorer .....

**RESULTAT DE LA VERIFICATION :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ACTIONS CORRECTIVES :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4.2 Notice de vérification des parafoudres**

➤ **Description de l'équipement à vérifier**

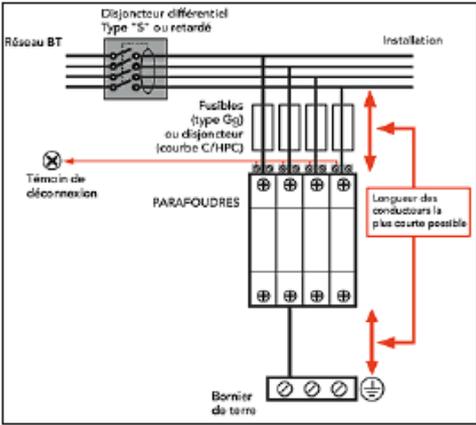
**FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES**

Nom de l'armoire : .....

Photos : .....

EQUIPEMENTS PROTEGES :

CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES	
Régime de Neutre : .....	
Marque : .....	
<input type="checkbox"/> Tétra <input type="checkbox"/> Tri <input type="checkbox"/> Mono	
Type 1 <input type="checkbox"/>	Type 3 <input type="checkbox"/>
Type 2 <input type="checkbox"/>	
Up : .....kV	
Uc : .....V	
Pour type 1 :	
I <sub>imp</sub> : .....kA	
Pour type 2 ou 3 :	
In : .....kA	
Imax : .....kA	



INSPECTION VISUELLE :

- |  |   |                              |  |
|--|---|------------------------------|--|
| ➤ Règle des 50 cm respectée              | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
| ➤ Section des câbles respectée           | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
| ➤ Signalisation du défaut du parafoudre  | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
| ➤ Présence étiquette                     | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
| ➤ Dispositif de coupure associé existant | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
| ➤ Sélectivité                            | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |
|  | - Calibre Disjoncteur Armoire : .....     |                              |  |
|  | - Calibre Disjoncteur/Fusible PRF : ..... |                              |  |
| ➤ Présence fusible dans PF               | <input type="checkbox"/> OUI              | <input type="checkbox"/> NON |  |

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

**5. CARNET DE BORD**



N° 071179534036

**INSTALLATIONS DE PROTECTION  
CONTRE LA FOUDRE  
CARNET DE BORD**

Raison sociale : \_\_\_\_\_

Adresse de l'Établissement :

**CARNET DE BORD**

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

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

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

**Renseignements sur l'Etablissement**

---

Nature de l'activité : .....

N° de classification INSEE : .....

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

Classement de l'Etablissement 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

## HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
18/03/2024	Analyse du Risque Foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
18/03/2024	Etude technique foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

### III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

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

IV- VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

<b>Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)</b>		<b>VERIFICATEUR</b>	<b>RESULTATS DE LA VERIFICATION</b>		<b>NATURE DE LA VERIFICATION</b>				
		<b>Nom et Qualité</b> de la personne qui a effectué la vérification ou <b>N°</b> <b>QUALIFOUDRE</b>	<b>Indiquer les</b> valeurs obtenues ou les constations faites <b>Référence des</b> rapports	<b>Actions</b> prises ou à prendre	<b>Mesure de</b> la résistance de terre du système de mise à la terre	<b>Vérification de</b> la continuité électrique de l' installation	<b>Vérification de tous</b> les conducteurs et composants du SPF (test de l' électronique pour les PDA)	<b>Type de</b> protection	<b>Date</b>

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

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellement** tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

La maintenance doit être faite dès qu'un parafoudre est défectueux, et dès qu'un composant ou un conducteur n'est plus ou mal fixé.

La vérification de l'efficacité du système doit être effectuée après chaque modification ou extension de la structure et de ses installations.

### **A) Cas des parafoudres à modules déconnectables**

- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le module déconnectable hors service.
- Mettre en place un nouveau module.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation (\*) des parafoudres (parafoudre en service).

(\*) Signalisation qui donne l'état du parafoudre (lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée).

### **B) Parafoudres non déconnectables**

- Consigner l'armoire électrique (ouverture du disjoncteur général de l'armoire et des disjoncteurs secondaires).
- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le parafoudre défectueux.
- Mettre en place un nouveau parafoudre.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation des parafoudres (parafoudre en service).
- Enlever la consignation de l'armoire (fermer le disjoncteur général, réenclencher les disjoncteurs secondaires un par un).

**ANNEXE 3**

**Lexique**

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

**Effet réducteur**

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

**Electrode de terre**

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

**Equipements métalliques**

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

**Etincelle dangereuse (étincelage)**

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

**Foudre**

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

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

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

**Liaison équipotentielle**

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

**Mode commun (MC)**

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

**Mode différentiel (MD)**

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

<b>Niveau de protection</b>	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
<b>Parafoudre ou parasurtenseur</b>	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
<b>Paratonnerre</b>	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
<b>P.D.A</b>	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
<b>Point d'impact</b>	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
<b>Prise de terre</b>	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
<b>Régime de neutre</b>	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La première indique la position du neutre par rapport à la terre :  <b>I</b> : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance  <b>T</b> : neutre directement à la terre</li> <li>• La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre :  <b>T</b> : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)  <b>N</b> : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (<b>N-S</b>), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (<b>N-C</b>).</li> </ul>
<b>Réseau de masse</b>	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
<b>Réseau de terre</b>	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

**Résistance de terre**

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

**Surface équivalente**

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

**Surtension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

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

**Tension différentielle**

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

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

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

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

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

## Annexe 2 - Analyse Préliminaire des Risques

---

### ANNEXE : Analyse Préliminaire des Risques

Numéro de scénario	Scénario d'accident	Nature de l'effet considéré	Poste de travail / Lieu d'activité	Equipement / Produit concerné	Causes et probabilité sans moyens de maîtrise du risque		Conséquences et gravité sans moyens de maîtrise du risque		Criticité brute (C=PxG)	Mesures de réduction du risque et de maîtrise des effets			Cinétique		Criticité résiduelle (C'=PxGxM)	Niveau de risque
					Evènement(s) initiateur(s)	Cotation de la Probabilité (P)	Conséquences principales	Cotation de la Gravité (G)		Mesures de maîtrise des causes (prévention) <sup>(1)</sup>	Mesures de maîtrise des effets (protection) <sup>(1)</sup>	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'atteinte		

Numéro de scénario	Scénario d'accident	Nature de l'effet considéré	Poste de travail / Lieu d'activité	Equipement / Produit concerné	Causes et probabilité sans moyens de maîtrise du risque		Conséquences et gravité sans moyens de maîtrise du risque			Mesures de réduction du risque et de maîtrise des effets				Cinétique		Niveau de risque
					Evènement(s) initiateur(s)	Cotation de la Probabilité (P)	Conséquences principales	Cotation de la Gravité (G)	Criticité brute (C=PxG)	Mesures de maîtrise des causes (prévention) <sup>(1)</sup>	Mesures de maîtrise des effets (protection) <sup>(1)</sup>	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'atteinte	Criticité résiduelle (C'=PxGxM)	
Unité de valorisation du Combustible Solide de Récupération																
1	Emballement de la combustion non maîtrisée	Thermique	Chambre de combustion	CSR et oxygène de l'air	-Perte du système de régulation de l'admission d'air -Défaillance d'un capteur de mesure des paramètres de combustion -Action humaine défaillante ou absente	2	Incendie dans la chambre de combustion pouvant se propager à l'ensemble de l'unité de valorisation du CSR	4	8	-Suivi de la température de combustion par des sondes -Asservissement du fonctionnement à un niveau haut de température -Maintenance régulière des sondes notamment -Quantité d'énergie résiduelle faible (après coupure du fonctionnement)	-Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, RIA et extincteurs) -Mise à disposition des informations nécessaires au SDIS 29 pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	16	tolérable
2	Ignition retardée d'un nuage de gaz s'étant développé dans la chambre de combustion suite à la perte de flamme du brûleur de démarrage (VCE)	Surpression	Chambre de combustion au démarrage de l'unité	Brûleur de démarrage alimenté au gaz	-Défaut du brûleur de démarrage (décrochage de flamme)	2	Explosion de la chambre de combustion engendrant des effets de surpression autour de l'unité de valorisation des CSR ainsi que des effets thermiques transitoires et potentiellement la projection de débris	4	8	-Asservissement de l'alimentation du brûleur de démarrage à la présence de la flamme au niveau du brûleur : détection de flamme		2	Lente	Rapide	16	tolérable
3	Surpression dans le tambour conduisant à son explosion (BLEVE)	Surpression	Tambour supérieur	Tambour supérieur	-Défaut d'évacuation de la vapeur	3	Explosion du tambour supérieur générant des effets de surpression et de projection de débris	4	12	-Soupape de sécurité en cas d'augmentation de la pression à l'intérieur du tambour (redondance) -Installation conforme à la norme NF EN 12952 (chaudières à tube d'eau et installations auxiliaires) ou NF EN 32-020 (équipements de chaufferie à caractère industriel) -Equipement soumis à des vérifications périodiques au titre de la réglementation sur les équipements sous pression -Aucune source de combustibles à proximité du tambour qui est placé au sommet de l'installation		2	Lente	Rapide	24	tolérable
4	Brèche sur la tuyauterie entre la canalisation de gaz et le brûleur d'alimentation conduisant à l'ignition instantanée du volume de gaz émis par la brèche (feu torche)	Thermique	Brûleur de démarrage de la combustion	Tuyauterie d'alimentation en GPL du brûleur de démarrage	-Corrosion liée au vieillissement de l'équipement ou à l'atmosphère saline -Agression externe (séisme, collision) -Ignition immédiate du volume de gaz par une source d'ignition à proximité de la brèche	2	Feu torche au niveau de la brèche dont le flux thermique peut atteindre un équipement situé à proximité	3	6	-Vanne d'isolement asservie à une perte de pression sur le réseau	-Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, RIA et extincteurs) -Mise à disposition des informations nécessaires au SDIS 29 pour faciliter une éventuelle intervention	3	Rapide	Rapide	18	tolérable

Numéro de scénario	Scénario d'accident	Nature de l'effet considéré	Poste de travail / Lieu d'activité	Equipement / Produit concerné	Causes et probabilité sans moyens de maîtrise du risque		Conséquences et gravité sans moyens de maîtrise du risque			Mesures de réduction du risque et de maîtrise des effets				Cinétique		Niveau de risque
					Evènement(s) initiateur(s)	Cotation de la Probabilité (P)	Conséquences principales	Cotation de la Gravité (G)	Criticité brute (C=PxG)	Mesures de maîtrise des causes (prévention) <sup>(1)</sup>	Mesures de maîtrise des effets (protection) <sup>(1)</sup>	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'atteinte	Criticité résiduelle (C'=PxGxM)	
5	Brèche sur la tuyauterie entre le réservoir de GPL et le brûleur d'alimentation conduisant à l'ignition retardée du volume de gaz émis par la brèche dans un espace non confiné (flash-fire)	Thermique	Brûleur de démarrage de la combustion	Tuyauterie d'alimentation en GPL du brûleur de démarrage	-Corrosion liée au vieillissement de l'équipement ou à l'atmosphère saline -Aggression externe (séisme, collision) -Ignition retardée du volume de gaz par une source d'ignition à proximité	2	Explosion du nuage de gaz inflammable générant des effets thermiques transitoires (pas d'effets de surpression retenus du fait de l'absence de confinement)	4	8	-Vanne d'isolement asservie à une perte de pression sur le réseau	-Merlon sur la partie sud de l'installation	3	Lente	Rapide	24	tolérable
6	Départ de feu dans la fosse de stockage du CSR	Thermique	Fosse de stockage du CSR	Combustibles Solides de Récupération (CSR)	-Auto-échauffement du CSR (temps de séjour trop long, contamination par des matières putrescibles, augmentation de la température à cause du rayonnement solaire) -Malveillance	4	Inendie généralisé du CSR dans la fosse	4	16	-Mesure de l'évolution de la température (caméra thermique) -Etanchéité à l'air sur la partie basse du silo empêchant la circulation d'air au sein du stockage -Fermeture des issues de l'installation en dehors des heures de réception du CSR -Détection incendie	-Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, RIA et extincteurs) -Mise à disposition des informations nécessaires au SDIS 29 pour faciliter une éventuelle intervention -Inertage du silo par les services d'incendie et de secours (matériel externe) -Choix des matériaux d'isolation du silo (parois béton sur la partie basse)	2	Lente	Lente	32	important
7	Eclatement du réservoir d'air comprimé	Surpression	Alimentation en air comprimé de la chambre de combustion	Réservoir d'air comprimé en aval des surpresseurs	-Augmentation importante de la température du milieu environnant	3	Explosion de la capacité sous pression avec effet de surpression et projection de débris	3	9	-Soupape de sécurité -Vérifications périodiques conformément à la réglementation sur les équipements sous pression	-Carter au niveau du réservoir	1	Rapide	Rapide	9	négligeable
8	Défaillance du système de traitement des fumées et gaz conduisant au rejet sans traitement	Toxique	Unité de traitement des fumées et gaz	Gaz et fumées de combustion non traités	-Défaillance du système de traitement	2	Rejet de substances toxiques pour la santé humaine par la cheminée sans traitement amont	3	6	-Asservissement du système de traitement des gaz et fumées à la chambre de combustion entraînant l'arrêt de l'introduction du combustible dans le foyer -Détection en continue dans la cheminée -Consigne sur les mesures à prendre en cas de défaillance du système de traitement des gaz et fumées		3	Rapide	Lente	18	tolérable
9	Déversement des eaux d'extinction d'incendie au milieu naturel	Pollution environnementale	Stockage de produits combustibles et équipements de convoyage des combustibles	Unité de combustion	-Incendie du stockage des CSR dans la fosse -Incendie de la chambre de combustion	4	Pollution de l'environnement (sol, sous-sol, cours d'eau,...)	2	8	-Etanchéité des aires d'entreposage des CSR ainsi que des voies de circulation -Dispositif de confinement des eaux d'extinction dimensionné selon l'instruction D9A		2	Lente	Lente	16	tolérable

<sup>(1)</sup> Le détail des moyens de prévention et d'intervention est précisé au chapitre 9 de l'étude de dangers

## Annexe 3 - Caractérisation en intensité des phénomènes dangereux

---



**SPV du Menez**

Plougastel-Daoulas - 29

Unité de production d'énergie au  
CSR

Demande d'autorisation  
environnementale

## **ANNEXE 3**

### **CARACTERISATION EN INTENSITE DES PHENOMENES DANGEREUX**



Rapport n°R22102 - PJ49  
Version du 22 octobre 2024

## Fiche signalétique

### Client

Raison sociale :	SPV du Menez
Adresse du siège social :	160, route de Ti ar Menez - 29470 Plougastel-Daoulas
Représentant :	Fabrice GOUENNOU   Président

### Site

Raison sociale :	SPV du Menez
Adresse du site :	160, route de Ti ar Menez - 29470 Plougastel-Daoulas
Téléphone :	06.11.73.22.80
Activité projetée :	Unité de production d'énergie au CSR
Interlocuteur en charge du suivi du dossier :	Fabrice GOUENNOU   Président 06 11 73 22 80   fabrice.gouennou@maitrea.fr

### Document

Référence :	R22102 - PJ49
Titre du rapport	Annexe 3 : Caractérisation en intensité des phénomènes dangereux

Numéro de version	Date	Nature des modifications
a	22/10/2024	Version initiale

### Bureau d'Etudes Conseil

Rédacteur(s)	Caroline BERNARD	Chargée d'études NEODYME Breizh
Approbateur	Jean-Baptiste CALVEZ	Ingénieur risques industriels NEODYME Breizh

© NEODYME Breizh

Seules sont autorisées les copies intégrales du présent rapport pour des fins prévues à la commande de l'étude. Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite et constitue une contrefaçon.

## Sommaire

---

1.	Caractérisation en intensité des effets thermiques .....	5
1.1.	Contexte .....	5
1.2.	Méthodologie .....	5
1.2.1.	Méthode de calcul des flux thermiques : modèle de la flamme solide (corrélation de Thomas) .....	6
1.2.2.	Paramètres pour le modèle de la flamme solide .....	7
1.2.3.	Estimation des paramètres pour le modèle de la flamme solide .....	7
1.2.4.	Influence des écrans .....	12
1.3.	Cas particulier des effets thermiques d'un BLEVE .....	13
1.4.	Evaluation des effets thermiques .....	16
1.4.1.	Présentation des scénarios retenus .....	16
1.4.2.	Hypothèse de calculs .....	17
1.4.3.	Résultats de la modélisation des flux thermiques .....	17
2.	Caractérisation en intensité des effets de surpression .....	18
3.	Caractérisation en intensité des effets toxiques .....	19

## Annexes

---

Annexe 1 - Fiche scénario Sc1

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs seuils de référence des effets thermiques. Annexe 2 Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 .....	6
Tableau 2 : Formules de calcul des distances d'effets thermiques sur l'homme fournies dans la circulaire du 10 mai 2010 .....	15
Tableau 3 : Scénarios présentant des effets thermiques retenus en caractérisation de l'intensité des effets .....	16
Tableau 4 : Sc1 - données d'entrée.....	20
Tableau 5 : données d'entrée .....	20
Tableau 6 : Résultats des effets du scénario d'incendie du stockage CSR (scénario n°7 APR) .....	20

## Liste des illustrations

Figure 1 : Schéma traduisant le concept de facteur de forme .....	7
Figure 2 : Paramètres à considérer pour la détermination du facteur de forme .....	10
Figure 3 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer .....	12
Figure 4 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran en façade .....	12
Figure 5 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran déporté .....	13
Figure 6 : Synthèse du flux thermique reçu par une cible en fonction de la distance au foyer selon les 3 cas considérés .....	13
Figure 7 : Développement du phénomène de BLEVE (d'après S. Shield, 1993).....	14
Figure 8 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie du stockage de CSR .....	22

# 1. CARACTERISATION EN INTENSITE DES EFFETS THERMIQUES

---

## 1.1. Contexte

Dans le cadre de son projet, la société SPV du Menez a confié au bureau d'études NEODYME Breizh la réalisation d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Sur la base des installations et des activités, et de l'inventaire des produits combustibles identifiés au chapitre relatif à l'identification et à la caractérisation des potentiels de danger (PJ n°49 Etude de Dangers de la demande), des scénarios d'accident entraînant des effets thermiques ont été identifiés lors de l'analyse préliminaire des risques et doivent être étudiés plus en détail.

En effet, les conséquences directes en termes de flux thermique rayonné dans l'environnement et d'éventuels effets dominos sur le site peuvent être importantes et doivent être modélisées.

Les objectifs de ces modélisations sont multiples :

- évaluer les zones de conséquences envers les tiers et les structures pour les effets thermiques ;
- calculer les distances aux effets SEI, SEL et SELS pour les seuils réglementaires de l'arrêté "PCIG" du 29 septembre 2005 ;
- analyser le risque d'effets dominos sur et hors site ;
- vérifier que les zones du flux thermiques critiques ne sortent pas des limites de propriété, néanmoins si tel devait être le cas, le scénario devra faire l'objet d'une analyse plus fine en cinétique, probabilité d'occurrence et gravité des effets.

## 1.2. Méthodologie

Sur l'homme, l'impact du rayonnement thermique se caractérise par des brûlures. Ces brûlures, qui peuvent aller du simple érythème à la brûlure du troisième degré, sont plus ou moins graves selon la surface de peau lésée, la localisation ou l'âge du blessé.

Sur les matériaux, le rayonnement thermique va avoir des incidences variables, selon la nature du matériau, son pouvoir d'absorption, son aptitude à former des produits volatils et inflammables lorsqu'il est chauffé et la présence ou non de flammes qui pourraient enflammer ces vapeurs. Les matières combustibles vont, en fonction de la durée d'exposition, être pyrolysées ou s'enflammer. Les structures non combustibles (verres, métal, ...) vont subir une dégradation mécanique, allant de la déformation à la rupture.

Le ministère de l'écologie et du développement durable, dans son arrêté du 29 septembre 2005 « relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation », a retenu les seuils d'effets thermiques suivants :

Tableau 1 : Valeurs seuils de référence des effets thermiques. Annexe 2 Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005

Cibles	Seuils	Effets
Pour les effets sur les structures	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions de vitres significatives
	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets domino <sup>(1)</sup> et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
	16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
	200 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Pour les effets sur l'homme	3 kW/m <sup>2</sup> ou 600 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets irréversibles délimitant « la zone de dangers significatifs pour la vie humaine »
	5 kW/m <sup>2</sup> ou 1 000 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets létaux délimitant « la zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement
	8 kW/m <sup>2</sup> ou 1 800 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	Seuil des effets létaux significatifs délimitant « la zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'Environnement.

(1) : Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

### 1.2.1. Méthode de calcul des flux thermiques : modèle de la flamme solide (corrélation de Thomas)

Le modèle choisi afin de modéliser les flux thermiques rayonnés est le modèle de la flamme solide. Dans ce modèle, la flamme est assimilée à un volume opaque de géométrie simple (cylindre, parallélépipède rectangle, ...) dont les surfaces rayonnent uniformément. La flamme est supposée rayonner de manière uniforme sur toute sa surface, ce qui revient à considérer une température de flamme et une composition homogène sur toute la hauteur de la flamme.

La densité de flux thermique radiatif reçu par une cible peut être exprimée sous la forme suivante :

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \tau \cdot F \cdot \alpha$$

Avec :

$\Phi$  = radiation moyenne reçue par une cible en kW.m<sup>-2</sup> ;

$\Phi_0$  = radiation émise à la surface de la flamme en kW.m<sup>-2</sup> ;

$\tau$  = transmission atmosphérique (sans dimension)

F = facteur de forme (sans dimension)

$\alpha$  = coefficient d'absorption de l'élément extérieur (sans dimension)

## 1.2.2. Paramètres pour le modèle de la flamme solide

L'application du modèle de la flamme solide nécessite la définition d'un certain nombre de paramètres nécessaires pour estimer la densité de flux thermique radiatif reçu par une cible à partir du rayonnement émis par la flamme.

La définition de ces paramètres peut être répartie en deux grandes étapes selon qu'il s'agit :

- de caractériser le comportement de la flamme :
  - sa géométrie, à savoir :
    - l'aire de la base des flammes (soit le diamètre équivalent du feu)
    - la hauteur de flamme ;
  - sa puissance surfacique rayonnée soit son pouvoir émissif.
- d'estimer la décroissance du flux thermique radiatif en fonction de la distance par le biais du calcul :
  - du coefficient d'atténuation atmosphérique traduisant l'absorption par l'air ambiant d'une partie du flux thermique radiatif émis par la flamme ;
  - du facteur de forme traduisant l'angle solide sous lequel la cible perçoit la flamme.

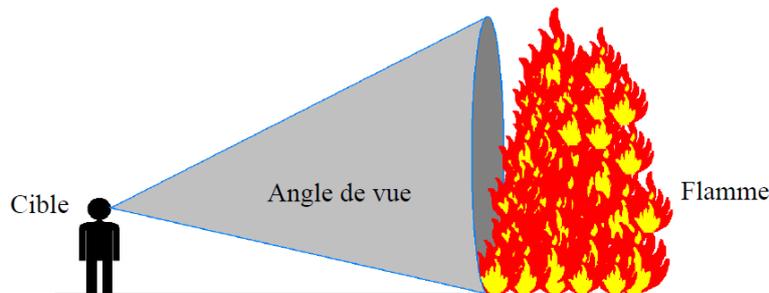


Figure 1 : Schéma traduisant le concept de facteur de forme

## 1.2.3. Estimation des paramètres pour le modèle de la flamme solide

### 1.2.3.1. Caractérisation de la géométrie de la flamme

#### 1.2.3.1.1. Diamètre équivalent

Pour l'application des corrélations visant à déterminer notamment la hauteur de flamme, il est d'usage de se ramener à une surface circulaire dont le diamètre est défini comme le diamètre équivalent, représentatif du comportement de la flamme. Pour un feu non circulaire, le diamètre équivalent,  $D_{eq}$ , peut être estimé par la formule suivante :

$$D_{eq} = \frac{4S}{P} = 2 \frac{L * l}{L + l}$$

Avec :

$S$  = surface du feu réel en  $m^2$  = Longueur (L) \* largeur (l)

$P$  = périmètre du feu réel en  $m^2$  =  $2 * (Longueur (L) + largeur (l))$

Cette formule ne peut pas être utilisée lorsque le rapport longueur sur largeur de la surface en feu est supérieur ou égale à 4. Il convient alors de diviser la surface impliquée en plusieurs éléments de même surface. Cette division donnera une nouvelle longueur  $L'$ . Cette longueur sera calculée de la manière suivante :

$$L' = \frac{L}{\text{ent}\left(\frac{L}{4l}\right) + 1}$$

Le choix de cette formule permet de rester au plus près de la géométrie de la flamme. L'intérêt de passer par la fonction mathématique entier « ent » est de répondre dans tous les cas à la condition du strictement inférieur.

On peut alors calculer un diamètre équivalent :

$$D_{eq} = 2 \frac{L' * l}{L' + l}$$

#### 1.2.3.1.2. Hauteur de la flamme

La hauteur de flamme associée à un feu de nappe peut être estimée grâce à des corrélations établies à partir d'essais ou de données disponibles dans la littérature. En règle générale, ces dernières font intervenir la notion de débit masse surfacique de combustion ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$ ), noté  $m''$ . De manière simplifiée, ce paramètre caractérise la cadence de consommation du combustible par unité de surface au sol.

#### 1.2.3.1.3. Débit masse surfacique de combustion

Le débit masse surfacique de combustion par unité de surface,  $m''$ , représente la quantité de combustible participant à l'incendie par unité de temps et de surface de combustible au sol. Il peut ainsi être associé à la vitesse de combustion ou vitesse de régression linéaire de la nappe,  $v$  (m/s), qui est définie comme la vitesse de diminution de l'épaisseur d'une nappe soumise à un incendie.

La formule suivante relie ces deux grandeurs physiques :

$$\dot{m} = \rho \cdot v$$

Avec :

$\dot{m}$  = débit masse surfacique de combustion ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$\rho$  = masse volumique du combustible ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$v$  = vitesse de régression de la nappe ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Le débit masse surfacique de combustion dépend naturellement des propriétés physicochimiques de la substance combustible, mais également du diamètre de la flaque et de l'alimentation du feu en oxygène.

#### 1.2.3.1.4. Durée de l'incendie

Le débit masse surfacique de combustion représente la quantité de combustible participant à l'incendie par unité de temps et de surface de combustible au sol. Ainsi, ce paramètre permet, dans une certaine mesure, d'estimer l'ordre de grandeur de l'incendie de manière simple :

$$T = \frac{M}{\dot{m} \cdot S}$$

Avec :

T : temps estimé de l'incendie,

M : masse totale de combustible participant à l'incendie (kg),

$\dot{m}$  : débit masse surfacique de combustion ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )

S : surface au sol de combustible ( $\text{m}^2$ )

#### 1.2.3.1.5. Calcul de la hauteur de flamme : Corrélation de Thomas

La hauteur de flammes peut être calculée à partir de la corrélation de Thomas :

$$H = 42 \cdot D_{eq} \cdot \left( \frac{\dot{m}}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot D_{eq}}} \right)^{0,61}$$

Avec :

$\dot{m}$  : débit massique surfacique de combustion ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$\rho_a$  : masse volumique de l'air à température ambiante ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

g : accélération gravitationnelle ( $= 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

#### 1.2.3.2. Puissance surfacique rayonnée

##### 1.2.3.2.1. Facteur de transmissivité atmosphérique

Le facteur de transmissivité atmosphérique traduit le fait que les radiations émises sont en partie absorbées par l'air présent entre la surface radiante et la cible. Ce facteur vaut  $(1 - \text{le facteur d'absorption})$ , dont la valeur dépend des propriétés absorbantes des particules de l'air en relation au spectre d'émission du feu. A une température donnée, cette atténuation est fonction de la distance de la cible à la flamme et de l'humidité relative de l'air.

Pour la plupart des régions françaises, le taux moyen d'humidité relative de l'air est d'environ 70 %.

L'atténuation en question est due principalement à :

- l'absorption des radiations infrarouges par la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone contenus dans l'atmosphère ;
- la diffraction par les poussières et les suies en suspension.

Étant donné que la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone sont les principaux composants absorbants pour la longueur d'onde correspondant à la radiation, l'approximation suivante peut être réalisée :

$$\tau = 1 - \alpha_{eau} - \alpha_{CO_2}$$

Les facteurs d'absorption  $\alpha$  dépendent de la pression de vapeur saturante, de la longueur de la radiation, et des températures de radiation et ambiante. La pression de vapeur saturante du dioxyde de carbone est fixe, alors que celle de l'eau dépend de la température et de l'humidité de l'air. Le facteur de transmissivité peut être calculé par la formule de Brzustowski et Sommer :

$$\tau = 0,79 \cdot \left(\frac{100}{RH}\right)^{1/16} \cdot \left(\frac{30,5}{c}\right)^{1/16}$$

Avec :

RH = taux d'humidité relative de l'air (en %)

c = distance entre le centre de la flamme et la cible (en m)

#### 1.2.3.2.2. Facteur de forme

La technique de détermination du facteur de forme permet de traiter le problème des échanges thermiques à distance. Le facteur de forme entre deux surfaces traduit la fraction de l'énergie émise par une surface  $S_1$  interceptée par  $S_2$ .

Le facteur de vue F, fonction de l'angle solide sous lequel la cible reçoit le rayonnement, a été évalué selon la méthodologie développée dans l'ouvrage Yellow Book – rapport TNO CPR 14E, édition 1997, Chapitre 6 « Heat flux from fires ». Notre cas est assimilé à un plan vertical. Les formules suivantes ont été proposées par Sparrow et Cess. Pour une surface élémentaire verticale (parallèle au mur de flamme), le facteur de forme est donné par la formule générale suivante :

$$F_{1-2} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \left( \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} \right) + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \left( \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \right\}$$

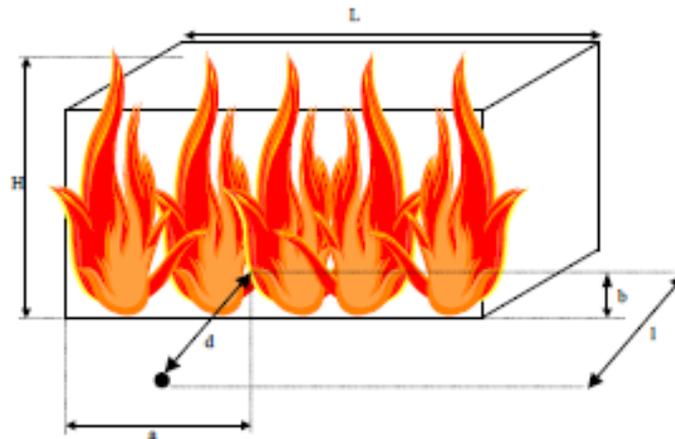


Figure 2 : Paramètres à considérer pour la détermination du facteur de forme

Le flux thermique reçu par un point situé face à un mur de flamme varie selon :

- la distance entre le récepteur et le mur de flamme (d) ;
- la hauteur de la cible par rapport au sol (c'est-à-dire base de la surface en feu) (h) ;
- la distance entre l'extrémité latérale du mur de flamme et la perpendiculaire au point concerné (a).

Tous paramètres étant égaux par ailleurs, le flux thermique est maximum au niveau de la médiatrice du mur de flamme ( $a = L/2$ ) et minimum aux extrémités latérales ( $a = L$ ).

Dans le cas où un mur coupe-feu, constituant un écran de protection est interposé, le facteur de vue est modifié pour tenir compte de ce mur coupe-feu. Ces structures coupe-feu sont considérées comme faisant écran au rayonnement thermique. La méthodologie utilisée est le principe d'additivité des flux thermiques (« An introduction to fire dynamics », Dougal Drysdale, 2nd édition, 1998, WILEY).

#### 1.2.3.2.3. Flux émis en surface de la flamme

Le pouvoir émissif de la flamme est donné par la relation de Stefan-Boltzman :

$$\Phi_O = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_f^4$$

Avec :

$\Phi_O$  : pouvoir émissif de la flamme (flux radiatif émis) (W/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  : constante de Stefan-Boltzman -  $s = 5,67 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup>.K<sup>4</sup>

$\varepsilon$  : pouvoir émissif de la flamme (sans dimension)

$T_f$  : température de flamme (K)

En pratique, cette formule s'avère souvent difficile à appliquer pour de multiples raisons (température de la flamme difficile à mesurer, présence de fumées jouant un rôle d'écran). C'est pourquoi, pour estimer le pouvoir émissif des flammes, on préfère :

- soit utiliser les valeurs expérimentales disponibles dans la littérature (TNO, INERIS) ;
- soit décider a priori d'un pouvoir émissif moyenné sur toute la hauteur des flammes, le plus souvent pris aux alentours de 30 kW/m<sup>2</sup> pour les grands feux pétroliers (> 2000 m<sup>2</sup>) (LANNOY – Analyse des explosions air-hydrocarbure en milieu libre – 1984) ;
- soit, pour les feux très fumigènes, employer la relation de Mudan (C. MUDAN – Fire Hazards Calculations for large open hydrocarbon fires), rappelée ci-dessous :

$$\Phi_O = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot Deq} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot Deq})$$

Avec :

$\Phi_O$  : pouvoir émissif de la flamme (flux radiatif émis) (W/m<sup>2</sup>)

Deq : diamètre équivalent de la surface en feu (m)

Cette corrélation rend compte de la diminution de  $\Phi_O$  avec l'augmentation de la surface en feu, en raison, principalement, de la recrudescence des imbrûlés (suies) et donc de l'obscurcissement de la flamme. Elle a été établie notamment à partir de feux de kérosène ou de GPL et n'est adaptée qu'à des feux produisant des suies en quantités significative.

## 1.2.4. Influence des écrans

### 1.2.4.1. Flux thermique sans écran

Le flux thermique reçu par une cible en fonction de sa distance par rapport au foyer à l'allure suivante :

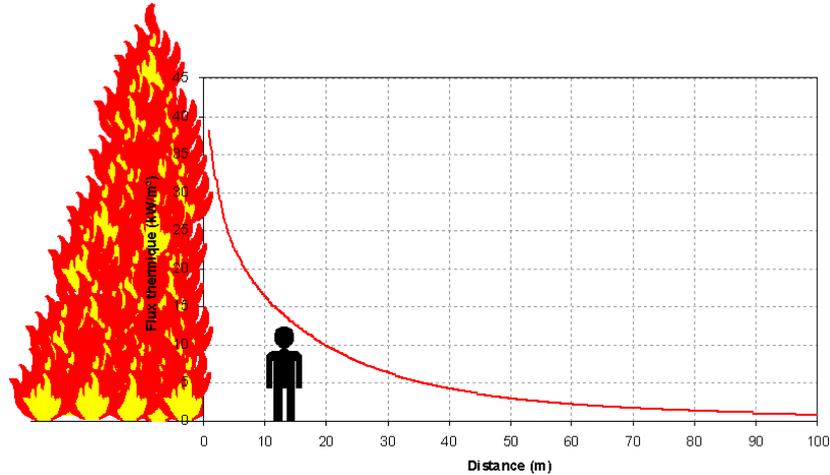


Figure 3 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer

Plus la cible s'éloigne du foyer, plus la transmittance de l'air diminue et plus le facteur de forme diminue. Ainsi plus la cible s'éloigne, plus le flux qu'elle reçoit diminue.

### 1.2.4.2. Flux thermique avec un écran en façade

Le flux thermique reçu par une cible située derrière un écran en façade en fonction de sa distance par rapport au foyer à l'allure suivante :

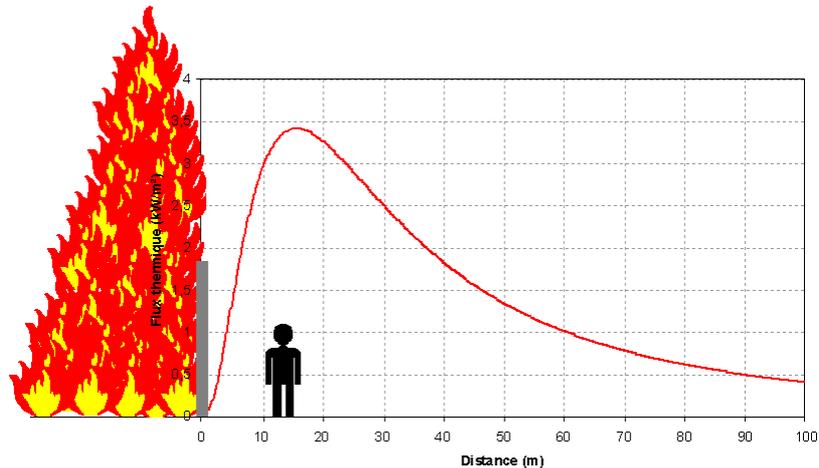


Figure 4 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran en façade

Lorsque la cible est derrière l'écran, elle ne voit pas ou peu les flammes. L'angle de vue sous lequel elle voit le foyer est donc faible. En revanche il augmente sensiblement lorsque la cible s'éloigne du mur. Ainsi la cible reçoit un flux thermique de plus en plus intense. Si la cible continue de s'éloigner, l'influence de la distance devient prépondérante et le facteur de forme diminue à son tour. Le flux reçu diminue également.

### 1.2.4.3. Flux thermique avec écran déporté

Le flux thermique reçu par une cible en fonction de sa distance par rapport au foyer à l'allure suivante lorsqu'un écran se trouve à 20 m du foyer :

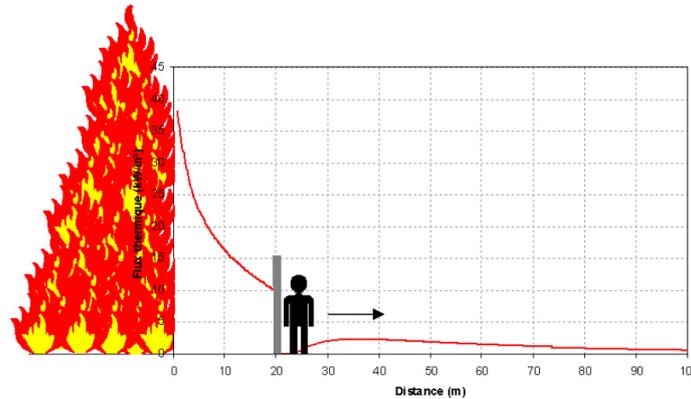


Figure 5 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran déporté

Jusqu'à l'écran déporté le flux reçu est le même que lorsqu'il n'y a pas d'écran. Lorsque la cible passe derrière l'écran, elle ne voit plus ou peu le foyer. Le flux reçu devient donc très faible. Lorsque la cible s'écarte de l'écran, l'angle de vue sous lequel elle voit le foyer augmente à nouveau puis la distance devient prépondérante. Il se produit alors le même phénomène qu'avec l'écran en façade. Le flux thermique augmente puis diminue.

Si les trois situations sont placées sur un même graphique, l'influence de chaque solution est nette :

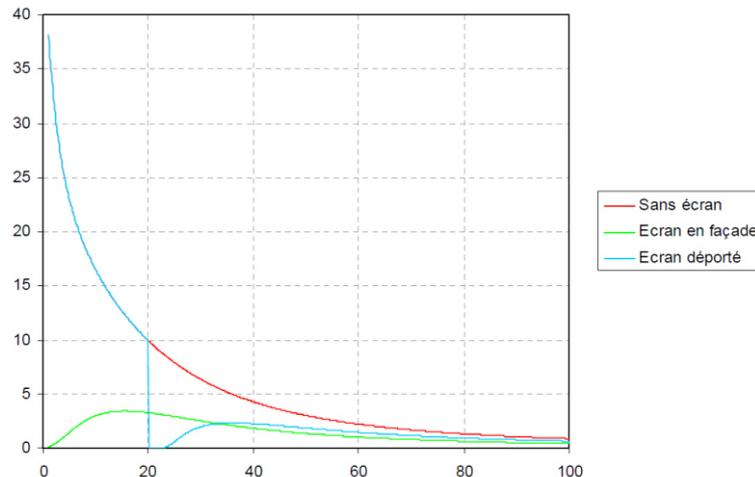


Figure 6 : Synthèse du flux thermique reçu par une cible en fonction de la distance au foyer selon les 3 cas considérés

Ainsi, alors que l'écran en façade diminue le flux reçu en champ proche et en champ lointain, l'écran déporté n'agit qu'en champ lointain.

## 1.3. Cas particulier des effets thermiques d'un BLEVE

La publication  $\Omega$ -5 de l'INERIS (INERIS- DRA-17-164793-09921A ; 2017) est consacrée au phénomène de BLEVE. Le lecteur peut s'y référer s'il souhaite approfondir ses connaissances du phénomène en lui-même et des méthodes de modélisation des effets en particulier.

Un BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) est un phénomène qui traduit la vaporisation explosive d'un liquide porté à ébullition. Le phénomène produit 3 types d'effet :

- Effets de pression.
- Effets thermiques.
- Effets de projection.

Dans ce paragraphe, nous nous intéresserons aux effets thermiques uniquement.

A noter également, qu'en règle générale, les effets thermiques sont majorants par rapport aux effets de pression pour les phénomènes de BLEVE pour des taux de remplissage du réservoir allant de 20 à 100 %, ce qui se caractérise par une distance d'atteinte des seuils réglementaires (SELS, SEL, SEI) plus importante pour les effets thermiques. En dessous de 20%, les effets de pression peuvent devenir plus importants que les effets thermiques.

Les effets thermiques d'un BLEVE sont dus à la boule de feu qui s'élève au-dessus du foyer suite à l'inflammation du nuage de gaz/vapeurs inflammables libéré par la rupture de la cuve de stockage (voir figure suivante représentant le développement d'un BLEVE d'un réservoir de gaz liquéfié inflammable) :

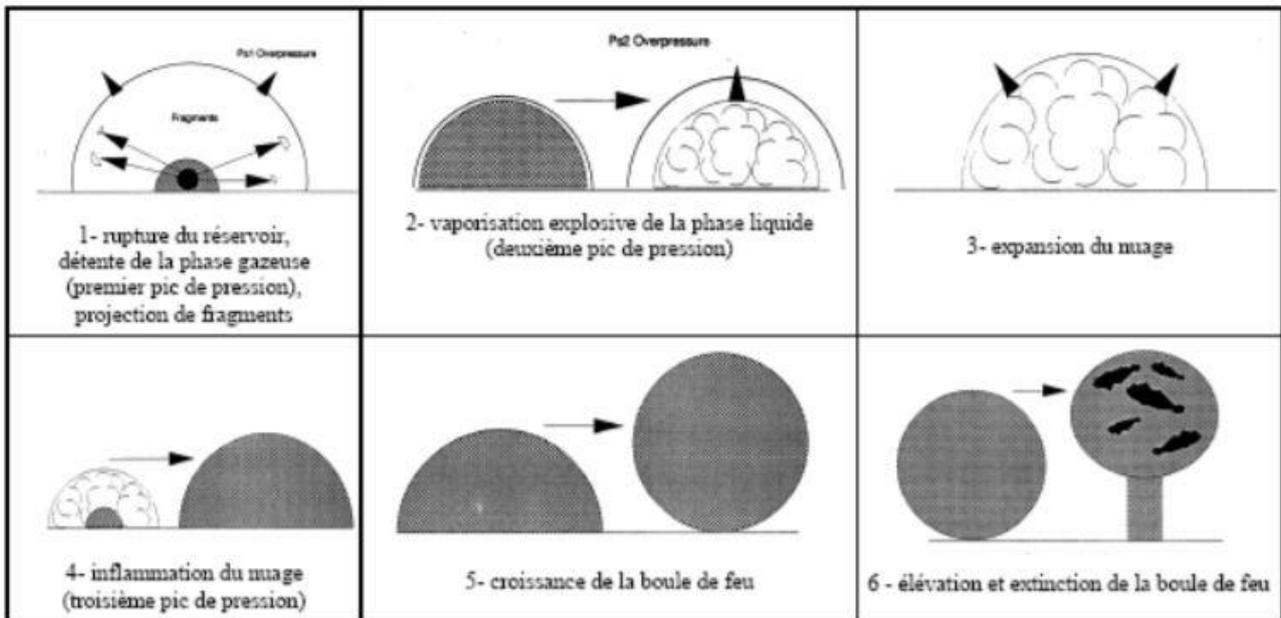


Figure 7 : Développement du phénomène de BLEVE (d'après S. Shield, 1993)

La durée d'exposition aux effets thermiques est relativement courte comparée à la durée des effets thermiques provoqués par un incendie sur un stockage de combustibles solides par exemple. Elle varie de quelques secondes à plusieurs dizaines de secondes selon la taille de la boule de feu.

Etant donné la faible durée de l'exposition aux effets thermiques, la détermination des distances atteints par les effets aux seuils réglementaires se base sur la dose thermique reçue par la cible (exprimée en  $[\text{kW}/\text{m}^2]^{4/3} \cdot \text{s}$ ) et non sur le flux thermique (exprimé en  $\text{kW}/\text{m}^2$ ). Ces seuils sont rappelés au Tableau 1.

Le guide  $\Omega$ -5 ainsi que la circulaire du 10 mai 2010 proposent d'utiliser le modèle du TRC (Thornton Research Centre) de SHELL pour définir les effets thermiques provoqués par la formation d'une boule de feu au cours d'un BLEVE. Cette approche prend en compte les trois phases de développement de la boule de feu :

- La phase d'inflammation du nuage puis le développement de la boule de feu jusqu'à son diamètre maximal (expansion).
- La phase de combustion de la boule de feu, pendant laquelle sa température décroît linéairement entre sa valeur maximale et la valeur atteinte au début de l'extinction de la boule de feu.

- La phase d'extinction commence à partir du moment où les dernières gouttelettes qui se sont enflammées alors que la boule de feu était dans sa phase d'expansion, se sont consumées. Lors de cette phase, la boule de feu ne s'élève plus, et son diamètre décroît linéairement alors que son émittance peut être considérée comme stable dans le temps (approche prudente).

Ainsi, les formules permettant le calcul des distances d'effet aux seuils réglementaires selon le modèle du TRC et proposées dans la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Tableau 2 : Formules de calcul des distances d'effets thermiques sur l'homme fournies dans la circulaire du 10 mai 2010

	Butane, butènes, butadiènes, chlorure de méthyle, chlorure d'éthyle, CVM	Propane, propylène
Distance d'effet relative au seuil de 1800 (kW/m <sup>2</sup> )/4/3.s	$0,81 * M^{0,471}$	$1,28 * M^{0,448}$
Distance d'effet relative au seuil de 1000 (kW/m <sup>2</sup> )/4/3.s	$1,72 * M^{0,437}$	$1,92 * M^{0,442}$
Distance d'effet relative au seuil de 600 (kW/m <sup>2</sup> )/4/3.s	$2,44 * M^{0,427}$	$2,97 * M^{0,425}$

Où M représente la masse de combustible (en kg) - Les distances d'effet sont exprimées en m

Il est important de préciser également que ces formules tirées du modèle du TRC de SHELL considèrent les hypothèses suivantes :

- Taux de remplissage du réservoir = 85% (taux de remplissage enveloppe pour les effets thermiques).
- Pression de rupture du réservoir = 17 bar abs pour le propane et 7,5 bar abs pour le butane.
- Température atmosphérique = 20°C.
- Humidité relative de l'atmosphère = 70%.
- Type de réservoir = réservoir fixe avec soupape de surpression.

## 1.4. Evaluation des effets thermiques

Pour la réalisation des calculs, NEODYME Breizh a utilisé le logiciel FLUMilog

Cette méthodologie de calcul des distances d'effet associées à l'incendie a été initialement conçue pour les plateformes logistiques et a associé les acteurs de la logistique et trois centres techniques initiaux : INERIS, CTICM et CNPP auxquels sont venus ensuite s'associer l'IRSN et Efectis France.

Cet outil a été construit sur la base d'une confrontation des différentes méthodes utilisées par ces centres techniques complétée par des essais à moyenne et d'un essai à grande échelle.

Cette méthode est explicitement mentionnée dans plusieurs arrêtés ministériels et, en particulier, l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts mais également les arrêtés à enregistrement pour les rubriques 4734 (Stockage de produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution) et 4331 (Stockage de liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la 4330).

Cette méthode est également explicitement mentionnée dans l'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2711 (déchets d'équipements électriques et électroniques), 2713 (métaux ou déchets de métaux non dangereux, alliage de métaux ou déchets d'alliage de métaux non dangereux), 2714 (déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois) ou 2716 (déchets non dangereux non inertes) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

*Article 5 de l'arrêté du 6 juin 2018 : Implantation*

*Les distances sont au minimum soit celles calculées par la méthode FLUMILOG (référéncée dans le document de l'INERIS « Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt », partie A, réf. DRA-09-90 977-14553A), soit celles calculées par des études spécifiques.*

Les scénarios d'incendie retenus aux termes de l'analyse préliminaire des risques de l'étude de dangers du projet de SPV du Menez concernent des stockages de produits combustibles relevant d'un classement pour les rubriques 2662 de la nomenclature des ICPE.

Dans pareil cas la méthode FLUMilog est à retenir pour les calculs des distances d'effet associées aux incendies.

Notons que ces distances ont été corrélées, autant que de besoin, à celles modélisées à partir d'un logiciel développé par le groupe NEODYME en interne sur la base des corrélations détaillées ci-avant.

### 1.4.1. Présentation des scénarios retenus

1 scénario a été retenu aux termes de l'Analyse Préliminaire des Risques (menée dans le cadre général de l'Etude de Dangers à laquelle lecteur devra se reporter) pour l'évaluation des effets thermiques.

Tableau 3 : Scénarios présentant des effets thermiques retenus en caractérisation de l'intensité des effets

Scénario	Description du scénario
Sc1	Incendie généralisé au niveau de la zone de stockage des CSR

### 1.4.2. *Hypothèse de calculs*

Les risques liés au stockage de matières combustibles varient en fonction du type de combustible (vitesse de combustion et potentiel calorifique), de l'état (divisé ou pas) et du mode de stockage (racks, masse, ...).

Les propriétés de combustibilité retenues pour ces matériaux sont précisées dans les rapports de calcul édités par le logiciel FLUMilog pour chacun des scénarios.

### 1.4.3. *Résultats de la modélisation des flux thermiques*

L'ensemble des fiches scénarios d'accident pouvant générer des effets thermiques sont disponibles en annexe.

Ces fiches scénarios ont permis d'alimenter le chapitre de l'étude de dangers concernant la caractérisation de l'intensité des scénarios retenus en APR.



SPV du  
Menez

## 2. CARACTERISATION EN INTENSITE DES EFFETS DE SURPRESSION

---

Aucun scénario d'explosion n'a été retenu aux termes de l'Analyse Préliminaire des Risques (menée dans le cadre général de l'Etude de Dangers à laquelle lecteur devra se reporter) pour l'évaluation des effets de surpression.

### 3. CARACTERISATION EN INTENSITE DES EFFETS TOXIQUES

---

Aucun scénario de rejets n'a été retenu aux termes de l'Analyse Préliminaire des Risques (menée dans le cadre général de l'Etude de Dangers à laquelle lecteur devra se reporter) pour l'évaluation des effets toxiques.

## Annexe 1 - Fiche scénario Sc1

- Description du scénario**

Le scénario retenu concerne l'incendie généralisé de la zone de stockage du CSR au niveau de la fosse de réception et au niveau de la fosse de stockage.

La vitesse de combustion des CSR est retenue pour ce stockage est la suivante :

Tableau 4 : Sc1 - données d'entrée

Matériaux	Proportion de stockage	Débit massique surfacique (g/m <sup>2</sup> /s)	Source
CSR	100%	7	Source interne

- Rappel des données d'entrée**

Tableau 5 : données d'entrée

Caractéristiques du stockage en feu	dans la fosse de réception	dans la fosse de stockage
Longueur (mur CF 2h*)	13,37 m	19,40 m
Largeur (mur CF 2h)	6,08 m	10,80 m
Hauteur (mur CF 2h)	5 m	10,50 m

\*La paroi Nord de la fosse de réception ne sera pas coupe-feu, car elle accueillera les portes ouvrantes pour l'accès des poids lourds de chargement – déchargement.

- Résultats des calculs de modélisation**

Tableau 6 : Résultats des effets du scénario d'incendie du stockage CSR (scénario n°7 APR)

Seuils	FLUMillog fosse de stockage	
	Largeur	Longueur
SEI : 3 kW/m <sup>2</sup>	-	-
SEL : 5 kW/m <sup>2</sup>	-	-
SELS : 8 kW/m <sup>2</sup>	-	-

Seuils	FLUMilog fosse de réception		
	Largeur	Longueur Sud	Longueur Nord
SEI : 3 kW/m <sup>2</sup>	-	-	20 m
SEL : 5 kW/m <sup>2</sup>	-	-	15 m*
SELS : 8 kW/m <sup>2</sup>	-	-	10 m*

\* : La méthode Flumilog précise que « dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

- Cartographie des distances d'effet**

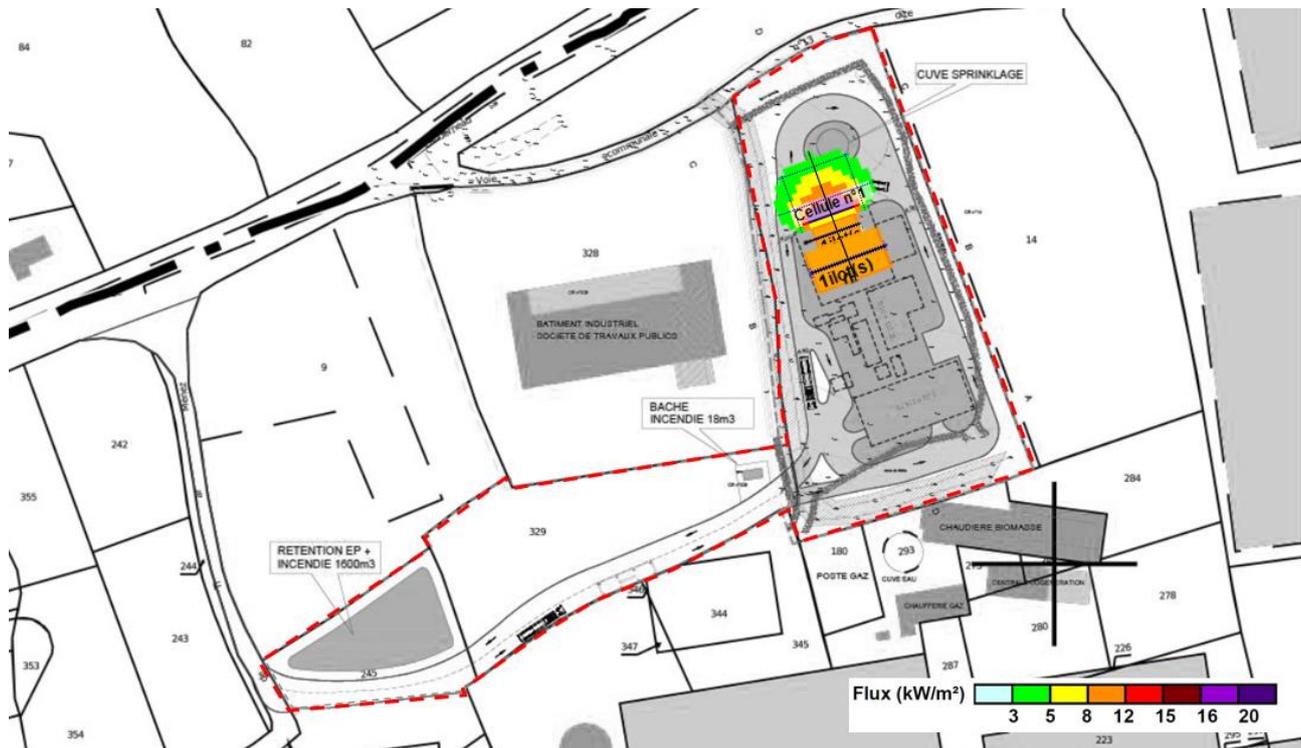


Figure 8 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie du stockage de CSR

- Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

De part la présence de murs coupe-feu 2h toute hauteur, les flux restent confinés au sein des zones de stockage. Il en est de même pour la fosse de réception, sauf pour la façade Nord qui n'est pas coupe-feu car accueillera des portes ouvrantes pour les poids lourds.

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impactera l'extérieur des limites clôturées du site de Plougastel.

La distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m<sup>2</sup> (seuil des effets domino) ne sera par ailleurs pas susceptible d'atteindre d'autres installations internes fixes, représentant potentiellement d'autres foyers de phénomènes dangereux.

Seuls les poids lourds déchargeant dans cette fosse pourraient être impactés par ces effets dominos toutefois ces poids lourds sont réputés n'être présents que lors des phases de chargement – déchargement et donc être facilement déplaçables en cas d'alerte.

Les effets thermiques modélisés pour ce scénario ne seront par ailleurs pas susceptibles d'atteindre des locaux / secteurs accueillant des postes de travail fixes.

## Annexe 4 - Note de calcul D9 : dimensionnement des besoins en eau pour l'extinction d'un incendie

---

# Dimensionnement des besoins en eau en cas d'incendie (D9)

Désignation du site : SPV du Menez - Plougastel-Daoulas  
 Activités : Unité de production d'énergie au CSR  
 N° rapport R22102

Critère	Coefficient additionnels	Coefficients retenus pour le calcul		Commentaires
		Activité	Stockage	
<b>Hauteur de stockage <sup>(1) (2) (3)</sup></b>				
- jusqu'à 3 m	0	0	0,2	
- jusqu'à 8 m	+0,1			
- jusqu'à 12m	+0,2			
- jusqu'à 30 m	+0,5			
- jusqu'à 40 m	+0,7			
- au-delà de 40 m	+0,8			
<b>Type de construction <sup>(4)</sup></b>				
- ossature stable au feu >= 1 heure	-0,1	0,1	-0,1	
- ossature stable au feu >= 30 minutes	0			
- ossature stable au feu < 30 minutes	+0,1			
<b>Matériaux aggravants</b>				
Présence d'au moins un matériau aggravant <sup>(5)</sup>	+0,1	NON	NON	
		0	0	
<b>Types d'intervention internes</b>				
- accueil 24/24 (présence permanente à l'entrée).	-0,1	-0,1	-0,1	
- DAI généralisée reportée 24/24 7/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels. <sup>(6)</sup>	-0,1			
- service de sécurité incendie 24/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24/24 <sup>(7)</sup>	-0,3			
<b>Σ coefficient</b>		0,0	0,0	
<b>1 + Σ coefficients</b>		1	1	
<b>Surface de référence (en m²)</b>		1500	340	
$Q_{ref} = \frac{S}{500} \times \left(1 + \sum C_{coeff}\right)$ <sup>(8)</sup>		90	20	
<b>Catégorie de risque <sup>(9)</sup></b>		R2	R2	
- Risque faible : $Q_{ref} = Q_i \times 0,5$		135	31	
- Risque 1 : $Q_1 = Q_i \times 1$				
- Risque 2 : $Q_2 = Q_i \times 1,5$				
- Risque 3 : $Q_3 = Q_i \times 2$				
<b>Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau <sup>(10)</sup> : <math>Q_{ref} = Q_1, Q_2</math> ou <math>Q_3 \div 2</math></b>		OUI	NON	
Débit calculé <sup>(11)</sup> ( $Q$ en m³/h)		68	31	
		98		
<b>DEBIT REQUIS <sup>(12)(13)(14)</sup> ( Q en m³/h)</b>		<b>90</b>		

<sup>(1)</sup> Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment mais 1 mètre (cas des bâtiments de stockage).

<sup>(2)</sup> En cas de présence exclusive de liquides inflammables ou combustibles (point d'éclair inférieur à 93 °C) dans des contenants de capacité unitaire > 1 m³, retenir un coefficient égal à 0 (valable pour les stockages et les activités).

<sup>(3)</sup> Pour les activités, retenir un coefficient égale à 0.

<sup>(4)</sup> Pour ce coefficient, ne pas tenir compte de l'installation d'extinction automatique à eau

<sup>(5)</sup> Les matériaux aggravants à prendre en compte sont :

- fluide caloporteur organique combustible d'une capacité de plus de 1 m³ ;
- panneaux sandwichs à isolant combustible présentant un classement de réaction au feu B s1 d0 ou inférieur selon l'arrêté du 21 novembre 2002 ;
- bardage extérieur combustible (bois, matières plastiques) ;
- revêtement d'étanchéité bitumé sur couverture (sauf couverture en béton) ;
- aménagements intérieurs en bois (planchers, sous toiture, etc.) ;
- matériaux d'isolation thermique combustibles en façade et en toiture (matières plastiques, matériaux biosourcés, etc.) ;
- panneaux photovoltaïques.

Si la catégorie de risque retenue est déjà majorée du fait de la présence de panneaux sandwichs (voir chapitre 4.1.2), ceux-ci ne sont plus considérés comme des matériaux aggravants.

<sup>(6)</sup> Une installation d'extinction automatique à eau de type sprinkler peut faire office de détection automatique d'incendie.

<sup>(7)</sup> La présence seule d'équipiers de première intervention ou d'un service de sécurité utilisant uniquement des moyens de première intervention (extincteurs, RIA) ne permet pas de retenir cette minoration.

<sup>(8)</sup>  $Q_i$  : débit intermédiaire du calcul en m³/h.

<sup>(9)</sup> La catégorie de risque RF, 1, 2 ou 3 est fonction du classement des activités et stockages référencés en annexe 1.

Pour le risque RF, voir également le chapitre 4.1.2.

<sup>(10)</sup> Un risque est considéré comme protégé par une installation d'extinction automatique à eau si :

- Protection autonome, complète (couvrant l'ensemble de la surface de référence) et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règles de l'art et des référentiels existants.
- Installation entretenue et vérifiée régulièrement.
- Installation en service en permanence.

<sup>(11)</sup> Le débit calculé correspond à la somme des débits liés aux activités et aux stockages dans la surface de référence

<sup>(12)</sup> Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m³/h.

<sup>(13)</sup> Le débit retenu sera limité à 720 m³/h en cas de risque protégé par un système d'extinction automatique à eau. Tout résultat supérieur sera ramené à cette valeur.

<sup>(14)</sup> La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (voir chapitre 5, alinéa 9) doit être distribuée par des points d'eau incendie situés à moins de 100 m des accès principaux des bâtiments et distants entre eux de 150 m maximum. Par ailleurs, les points d'eau incendie seront positionnés dans la mesure du possible de telle sorte que l'exposition au flux thermique du personnel amené à intervenir ne puisse excéder 5 kW/m².

## Annexe 5 - Note de calcul D9A : Dimensionnement du volume de rétention des eaux d'extinction

---

# Dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction (D9A)

Surface des zones étanchées (batiment + voirie + parking) susceptibles de drainer les eaux de pluies vers la rétention

10 032

m<sup>2</sup>

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum) ou minimum imposé par AMPG	180
		+	+
Moyens de lutte intérieur contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi en fonctionnement	1300
		+	+
	Rideau d'eau	Besoins x 90 mn	0
		+	+
	RIA	A négliger	0
		+	+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en général 15-25 mn)	0
		+	+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
		+	+
Volume d'eau liés au intempéries		10 l/m <sup>2</sup> de surface de drainage	100,32
		+	+
Présence de stock de liquide		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
		=	=
Volume total de liquide à mettre en rétention (m <sup>3</sup> )			1580,32