



**CHIMIREC
EST**

Demande d'autorisation
environnementale

PJ N°49

ANNEXES DE L'ETUDE DE DANGERS



CHIMIREC Est

Wisches - 67

Centre de transit,
regroupement, tri et de
traitement de déchets
d'activités économiques



Rapport n°R22152 – PJ49
Version du 26 mars 2024

Annexe 1 : Analyse du Risque Foudre (RGC 30 165) et Etude Technique Foudre (RGC 30 166) – RG Consultant Avril 2024

333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

CHIMIREC EST
WISCHES (67)



CHIMIREC EST WISCHES (67)

Référence document
RGC 30 165

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre du futur site **CHIMIREC EST** sur la commune de **WISCHES** dans le département du **Bas-Rhin (67)**.

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 : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 28/03/2024 	Nom : Bertrand LEROY Société : RG CONSULTANT Date : 19/04/2024 Visa 	A

DIFFUSION :

NEODYME BREIZH 34 rue Léopold Sédar Senghor, 29900 Concarneau	RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
--	---

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 165	28/03/2024	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR NEODYME BREIZH

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	PJ49_R22152_CHR_DDAE_Wi sches_Etude_Dangers PJ46_R22152_CHR_DDAE_Wi sches_Presentation
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	APS 02 ind A - plan ICPE
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

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 GENERALITES	6
2.2 PERSONNEL SUR SITE	8
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	8
2.3.1 Réseau Normal	8
2.3.2 Réseau Secouru	8
2.3.1 Réseau Ondulé	8
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	8
2.5 PROTECTION INCENDIE	9
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	9
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE	9
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	10
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	11
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	11
3.2 NORMES DE REFERENCES	11
4. MÉTHODOLOGIE	12
4.1 PRESENTATION GENERALE	12
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	13
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	13
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	16
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES	16
5.2 POTENTIELS DE DANGER	17
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	18
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS	19
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	20
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE FOUDRE	21
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE	22
6.1 DONNEES GENERALES	22
6.2 BATIMENT PRINCIPAL	24
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	24
6.2.2 Données et caractéristiques des services	25
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	26
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	30
7. SYNTHÈSE	33

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

La société **CHIMIREC Est**, affiliée au Groupe CHIMIREC, est spécialisée dans la gestion des déchets et plus particulièrement dans la gestion des déchets dangereux.

Dans le cadre du développement de ses activités, **CHIMIREC Est** souhaite étendre son réseau de sites sur une nouvelle implantation située sur la commune de Wisches dans le département du Bas-Rhin.

Cette nouvelle implantation, reprenant un site industriel non exploité depuis quelques années, accueillera des installations relatives :

- Au transit et au regroupement de déchets dangereux et non dangereux en vue de leur traitement ultérieur sur des installations extérieures.
- Au traitement et à la valorisation de déchets dangereux et non dangereux et de leurs contenants de regroupement.

Le site sera 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 C'est dans ce cadre qu'une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

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. PRESENTATION GENERALE DU SITE

2.1 Généralités

Les principales installations et activités composant ce projet, faisant l'objet de la présente demande d'autorisation environnementale, sont les suivantes :

- Un bâtiment en trois parties qui accueilleront des installations de regroupement et de tri, et de traitement / valorisation, des déchets sur une surface d'environ 8 100 m² (surface de toitures).
- Des zones de regroupement des déchets en extérieur en cuves et en bennes notamment.

Ces installations et activités seront complétées par :

- Deux aires de distribution de carburants, routiers et non routiers.
- Une réserve d'eau incendie de sprinklage.
- Un bassin de gestion des eaux pluviales et de rétention des eaux incendie.
- Deux ponts bascule (entrée et sortie).
- Des aires de stationnement séparées pour les poids lourds et les véhicules légers.

Les activités à mettre en oeuvre sur le site de Wisches concerneront notamment, et principalement:

- La collecte de déchets chez les clients de la société par une flotte de véhicules dédiés.
- Le transit et le regroupement des déchets collectés en attente de leur évacuation vers des partenaires de traitement.
- Le regroupement des déchets, et notamment le mélange de déchets de nature compatible, également en attente de leur évacuation vers des partenaires de traitement.
- Le traitement d'une partie des déchets et notamment par séparation des phases solides et liquides afin d'évacuer différenciellement ces deux phases vers des partenaires de traitement.
- Le traitement d'une partie des déchets et notamment par décantation pour les eaux hydrocarburées.
- Le traitement par massification par broyage des emballages plastiques ne pouvant pas être réutilisés.
- Le traitement par massification par broyage des emballages et matériaux souillés.



2.2 Personnel sur site

Le site a un effectif total d'environ 15 personnes.

Structure	Nombre de personnes exposées à un instant T
Ensemble du bâtiment	15 personnes

Tableau 2 : Personnel sur site

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

Le site est alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de transformation en bordure de site.

De ce poste, une ligne basse tension vient alimenter le TGBT du site. Nous ne disposons pas à ce stade de l'étude du synoptique projeté des futures installations.

Le régime de neutre 400 V est TN.

2.3.2 Réseau Secouru

Le site est dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

2.3.1 Réseau Ondulé

Le site ne disposera pas de réseau ondulé.

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le site est actuellement raccordé au réseau ORANGE via une ligne cuivre souterraine vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes sont définies à titre indicatif :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance.

2.5 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction seront les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type d'alimentation
Bâtiment principal	Extincteur, RIA, poteaux incendie	Non	/	Non renseigné à ce stade de l'étude
	Désenfumage (DAS),	Oui	CMSI	
	Déclencheur manuels (DM),	Oui	CMSI	
	Isolation REI120 de certaines alvéoles de stockage	Non	/	
	Avertisseurs sonores (BAAS),	Oui	SDIS	
	Détecteurs de fumée (DA)	Oui	CMSI	
	Caméras flash	Oui	CMSI	
	Extinction par sprinkler	Oui	CMSI	
	CMSI	Oui	Télétransmetteur	
	Télétransmetteur	Oui	Télesurveillance /SDIS	

Tableau 3 : Moyens de protection incendie

Du personnel de sécurité est présent en permanence sur le site et est en charge d'alerter les secours en cas d'accident.

Le temps d'intervention du SDIS est supérieur à 10 minutes en cas d'alerte incendie sur site.

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
Bâtiment principal	Alimentation BT	15	Poste de livraison HT	Souterrain
	Alimentation BT Borne de recharge IRVE / Éclairage extérieur / Portail / pont bascule	500	Equipements extérieurs	Souterrain
	Alimentation BT Poste Sprinkler	5	Poste Sprinkler	Souterrain
	Alimentation BT station-service	20	Station-service	Souterrain
	Courants faibles	1 000	Liaison ORANGE	Souterrain

Tableau 4 : 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
Bâtiment principal	Canalisation Gaz existante	Métallique	A réaliser
	Canalisation RIA	Métallique	A réaliser
	Canalisations Eaux Usées	PVC	/
	Canalisations Eaux Pluviales	PVC	/
	Canalisations AEP	PVC	/
	Canalisations liquides aires cuves aériennes	Métallique	A réaliser
	Canalisations Poste Sprinkler	Métallique	A réaliser
	Canalisations Sprinkler Cellules	Métallique	A réaliser

Source : Selon Retour d'expérience

Tableau 5 : 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 6 : 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 :

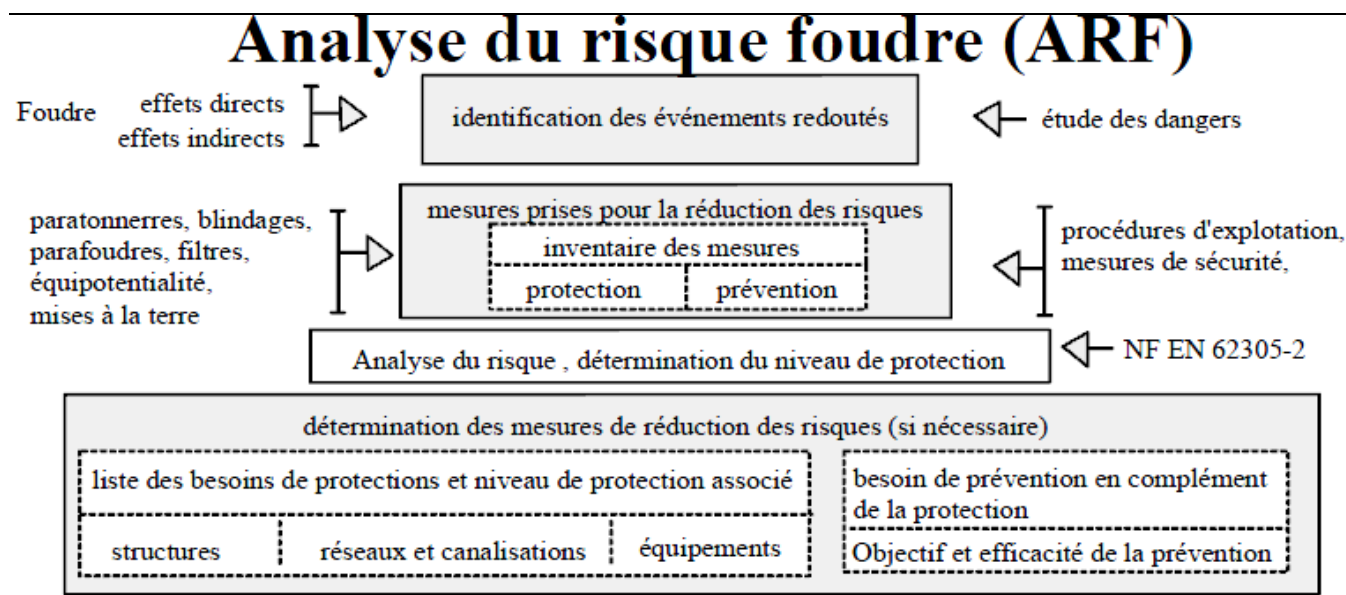


Figure 2: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

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_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z appropriés, voir explication ci-dessous.

$$R1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^*$$

↓

Impact sur la structure

↓

Impact sur le service

↓

Impact à proximité du service

↓

Impact à proximité de la structure

(*) : 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	
Impact sur la structure (S1)	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
Impact à proximité de la structure (S2)	R_M	Défaillances des réseaux internes
Impact sur un service connecté à la structure (S3)	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
Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)	R_Z	Défaillances des réseaux internes

Tableau 7 : 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
Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
Dommages physiques (D2)	- Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)
Défaillances des réseaux internes (D3)	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux - Parafoudres associés ou coordonnés - Equipotentialité et mise à la terre

Tableau 8 : Mesures de protection pour réduire le risque

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES

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 :

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
3550	Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte	Autorisation
3510	Élimination ou valorisation des déchets dangereux, avec une capacité de plus de 10 tonnes par jour	Autorisation
2718.1	Installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2717, 2719, 2792 et 2793.	Autorisation
2790	Installations de traitement de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2711, 2720, 2760, 2770, 2792, 2793 et 2795	Autorisation
2663.2.b	Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de), à l'exception des installations classées au titre de la rubrique 1510 : 2. Dans les autres cas et pour les pneumatiques.	Déclaration
2714.2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux de papiers/cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois à l'exclusion des activités visées aux rubriques 2710, 2711 et 2719	Déclaration
2716.2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719 et des stockages en vue d'épandages de boues issues du traitement des eaux usées mentionnés à la rubrique 2.1.3.0. de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1	Déclaration
2791.2	Installation de traitement de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations classées au titre des rubriques 2515, 2711, 2713, 2714, 2716, 2720, 2760, 2771, 2780, 2781, 2782, 2783, 2794, 2795 ou 2971	Déclaration contrôlée
2795.2	Installations de lavage de fûts, conteneurs et citernes de transport de matières alimentaires, de substances ou mélanges dangereux mentionnés à l'article R. 511-10, ou de déchets dangereux.	Déclaration

Tableau 9 : 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 :

- Bâtiment Principal :

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	Moyens de rétention adaptés en cas de déversement accidentel ou eau d'incendie
Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimique	Non	Sans objet
Incendie	Oui	Concerné : Effets sortants du bâtiment mais confinés à l'intérieur du site
Une perte du réseau CVC	Non	Sans objet
Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Non	Sans objet
Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non	Sans objet

Tableau 10 : Phénomènes redoutés

5.3 Zones à risques d'explosion

Suivant l'EDD réalisée par la société NEODYME BREIZH (Mission n° R22152 - PJ46a f29/03/2024), 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.

La liste des zones potentielles est présentée ci-dessous :

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	Intérieur des contenants des déchets liquides inflammables conditionnés Intérieur de la chambre de broyage des EMS Ciel de la cuve de stockage de GNR / Gazole
	Zone 20 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former occasionnellement et en fonctionnement normal	Zone 1 : gaz et vapeurs	Abords immédiats (distance restant à préciser) des contenants de déchets liquides inflammables en cours de déconditionnement et notamment lors du pompage des futs
	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	Abords immédiats (distance restant à préciser) des contenants des déchets liquides inflammables conditionnés ouverts Abords immédiats (distance restant à préciser) de la chambre de broyage des EMS Abords immédiats du pistolet de distribution de GNR / Gazole
	Zone 22 : poussières	-

Tableau 11 : zones ATEX

Pour rappel, suivant la norme NF EN 62 305 :

- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 1 ou 21 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie élevé,
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 2 ou 22 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie faible, sauf si la charge calorifique du bâtiment, indique un risque d'incendie supérieur.
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 0 ou 20, le risque d'explosion est retenu, sauf si la zone est contenue dans une structure métallique d'épaisseur conforme à la NF EN 62305-3, ou si la zone ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations. (Zone ne pouvant être directement impactable par la foudre)
- Et le risque d'explosion n'est pas considéré si l'une des conditions suivantes est satisfaite :
 - a) La durée de présence des substances explosives est inférieure à 0,1h/an.
 - b) Le volume d'atmosphère explosive est négligeable conformément à l'EN 60079-10-1 et à l'EN 60079-10-2.
 - c) La zone ne peut être frappée directement par un éclair et les étincelles dangereuses dans la zone sont évitées.

Pour le site, il **sera donc retenu seulement un risque d'incendie élevé** du fait de la présence de zone ATEX 1 dans les locaux. Les zones 0 étant à l'intérieur des bâtiments (Non impactable directement) dans des contenant métalliques ou plastiques mis sur rétentions.

Le risque d'explosion au sens de la NF EN 62305 ne sera pas retenu.

5.4 Événements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

- **Faire exploser ou enflammer** des produits inflammables,
- **Perforer ou échauffer** des matériaux conducteurs,
- **Faire exploser** (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques.

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm ²) 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.
Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.
Percement de conteneur ou de canalisation
Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.
Effets sur les personnes
Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.

Tableau 12 : 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 (A confirmer)
Extincteur	Non
RIA	Non
Surpresseur RIA	Oui
Sprinkler	Oui
Centrale de détection incendie	Oui
Centrale de détection gaz	Oui
Report d'alarme et télésurveillance	Oui
Centrale de détection multi ponctuelle	Oui
Electrovanne de rétention	Oui

Tableau 13 : 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 ¹
Bâtiment principal	X	

Tableau 14 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe¹ :

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 WISCHES (67) données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = 0,76 (coups de foudre / km ² / an)

Tableau 15 : Données pour le calcul du risque foudre



Figure 3: Nsg suivant la carte de Météorage

Définition des zones

La norme NF EN 62305-2 permet le découpage des bâtiments en différentes zones, selon plusieurs conditions citées ci-dessous :

- La zone concernée est une partie verticale séparée du bâtiment,
- Le bâtiment est une structure sans risque d'explosion,
- La propagation du feu entre chaque zone du bâtiment est évitée au moyen de murs coupe-feu de 120 min (REI 120) ou au moyen d'autres mesures de protection équivalente,
- La propagation des surtensions le long des lignes communes, s'il y en a, est évitée au moyen de parafoudres installés aux points d'entrées de ces lignes dans la structure ou au moyen d'autres mesures de protection équivalentes.

L'étude technique devra préconiser les parafoudres nécessaires afin de répondre à la dernière condition.

Le bâtiment ne répondant pas aux conditions précédentes, l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur l'ensemble du bâtiment.

6.2 Bâtiment principal**6.2.1 Données et caractéristiques de la structure**

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	 Hmax = 11 m	Détermination graphique
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,56E-04 m ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 16 : 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 R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r 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 BT	15	4 x 2 x 2,5 m	0,5	0,5	4kV	0,01	1
2	Alimentation BT Borne de recharge IRVE / Éclairage extérieur / Portail / pont bascule	500	-	0,5	0,5	2,5kV	0,01	1
3	Alimentation BT Poste Sprinkler	5	10x10x8 m	0,5	0,5	2,5kV	0,01	1
4	Alimentation BT station-service	20	10x3x3 m	0,5	0,5	2,5kV	0,01	1
5	Courants faibles	1 000	-	0,5	0,5	1,5kV	0,01	1

Tableau 17 : 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.

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 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 écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

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	0,2	Automatique
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	0,042	Stockage 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	Personnes travaillant sur le site
Risque environnemental	LFE	0,05	Flux thermique restant dans les limites du site

Tableau 18 : 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 $k\Omega'$	r_a / r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}
⁽¹⁾ Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm ² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.		

Tableau 19 : 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 rp (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes d'extinction automatiques. La valeur est = 0,2.

Paramètre rf (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante représentées par la présence d'aérosols et les liquides inflammables.

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 ²	400MJ/m ² < <800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 20 : Paramètre rf

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 21 : 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 22 : 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 23 : 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	0.25	0.5
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m ²	0.05	0.1
Fumées toxiques (1)		0.1	1.0
Pollution du sol (1)		0.1	0.5
Pollution de l'eau (1)		0.25 (2)	2.5
Matière radioactive (1), (3), (4)		0.5	5

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 24 : 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	Bâtiment principal	7,46 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵

R1 Sans protection

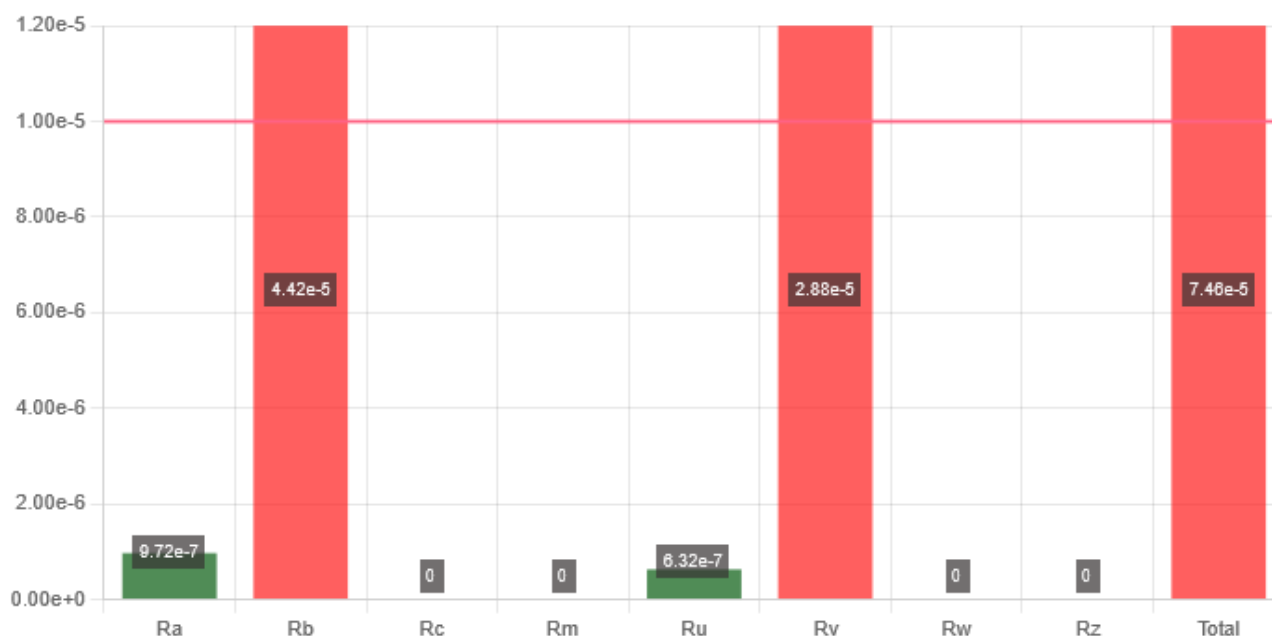


Figure 4: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

Le bâtiment principal 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	Bâtiment principal	$9,63 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}

R1 Avec protection

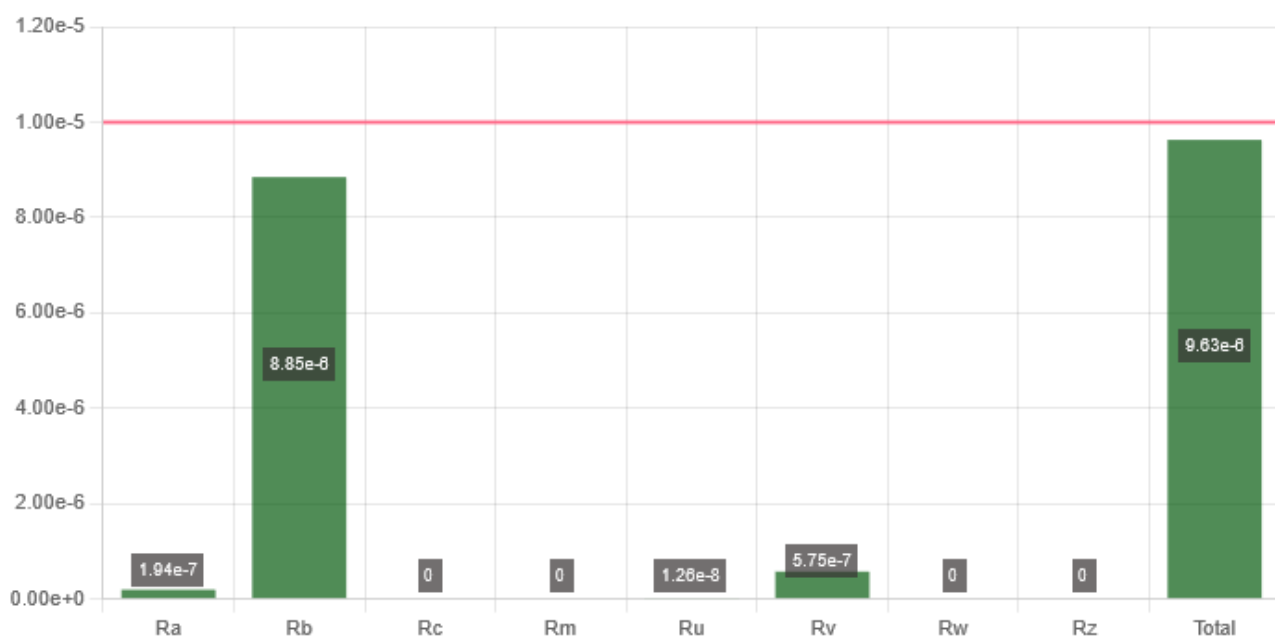


Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

Le Bâtiment principal 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

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **Rb et 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 ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
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
¹⁾ 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. ²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille. ³⁾ En raison des équipotentialités.								

Tableau 25 : 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 SPF de niveau IV pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau II pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).

7. SYNTHESE

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 :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Bâtiment principal	Protection de niveau IV	Protection de niveau II

Tableau 26: Synthèse des protections foudre

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Organes de sécurité
Extincteur
RIA
Surpresseur RIA
Sprinkler
Centrale de détection incendie
Centrale de détection gaz
Report d'alarme et télésurveillance
Centrale de détection multi ponctuelle
Electrovanne de rétention

Tableau 27: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielle sont à prévoir pour les canalisations suivantes (si métalliques):

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisation Gaz existante
	Canalisation RIA
	Canalisations Poste Sprinkler
	Canalisations liquides aires cuves aériennes
	Canalisations Sprinkler Cellules

Tableau 28: Synthèse des liaisons équipotentielle 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 JUPITER VERSION 2.0 /
PROTEC VERSION RG18.01**

Conforme à la norme NF EN 62305-2

Structure Bâtiment principal

Détails du risque R1

R1 = 9.63E-6

----- Ra -----

Ra = 1.94E-7

Nd = 9.72E-3

Ng = 7.60E-1

Ad = 2.56E+4

Cd = 5.00E-1

Pa = 2.00E-1

Pta = 1.00E+

Pb = 2.00E-1

La_Lu = 1.00E-4

rt = 1.00E-2

Lt = 1.00E-2

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Rb -----

Rb = 8.85E-6

Nd = 9.72E-3

Ng = 7.60E-1

Ad = 2.56E+4

Cd = 5.00E-1

Pb = 2.00E-1

Lbt_Lvt = 4.55E-3

Lb_Lv = 8.00E-4

rp = 2.00E-1

rf = 1.00E-1

hz = 2.00E+

Lf1 = 2.00E-2

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

Lbe_Lve = 3.75E-3

rp = 2.00E-1

rf = 1.00E-1

lfe = 2.50E-1

te/8760 = 7.50E-1

----- Rc -----

Rc = 0.00E+

Nd = 9.72E-3

Ng = 7.60E-1

Ad = 2.56E+4

Cd = 5.00E-1

Pc = 2.26E-1

Pc_Arrivee-BT = 5.00E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Cld = 1.00E+

Pc_BT-Exterieur = 5.00E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Cld = 1.00E+

Pc_BT-GO = 5.00E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Cld = 1.00E+

Pc_BT-SPK = 5.00E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Cld = 1.00E+

Pc_CFA = 5.00E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Cld = 1.00E+

Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+

Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+

Lo1 = 0.00E+

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Rm -----

Rm = 0.00E+

Nm = 7.53E-1

Ng = 7.60E-1

Am = 9.91E+5

Pm = 4.85E-2

Pm_Arrivee-BT = 3.13E-3

Pparafoudre = 5.00E-2

Pms = 6.25E-2

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E+

Ks4 = 2.50E-1

Uw = 4.00E+

Pm_BT-Exterieur = 8.00E-3

Pparafoudre = 5.00E-2

Pms = 1.60E-1

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E+

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_BT-GO = 8.00E-3

Pparafoudre = 5.00E-2

Pms = 1.60E-1

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E+

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_BT-SPK = 8.00E-3

Pparafoudre = 5.00E-2

Pms = 1.60E-1

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E+

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_CFA = 2.22E-2

Pparafoudre = 5.00E-2

Pms = 4.44E-1

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E+

Ks4 = 6.67E-1

Uw = 1.50E+

Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+

Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+

Lo1 = 0.00E+

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Ru -----

Ru = 1.26E-8

Ru = 3.32E-1

NI = 1.14E-4

Ng = 7.60E-1

AI = 6.00E+2

LI = 1.50E+1

Ci = 5.00E-1

Ce = 5.00E-1

Ct = 1.00E+

Ndj = 5.22E-5

Ng = 7.60E-1

Adj = 2.75E+2

Lj = 4.00E+

Wj = 2.00E+

Hj = 2.50E+

Cdj = 2.50E-1

Ct = 1.00E+

Pu = 2.00E-2

Ptu = 1.00E+

Peb = 2.00E-2

Pld = 1.00E+

Cld = 1.00E+

La_Lu = 1.00E-4

rt = 1.00E-2

Lt = 1.00E-2

	Réf. document RGC 30 165	Révision A	Annexe 1
nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Ru = 7.60E-9 NI = 3.80E-3 Ng = 7.60E-1 AI = 2.00E+4 LI = 5.00E+2 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+ Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pu = 2.00E-2 Ptu = 1.00E+ Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ La_Lu = 1.00E-4 rt = 1.00E-2 Lt = 1.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Ru = 5.01E-1 NI = 1.52E-4 Ng = 7.60E-1 AI = 8.00E+2 LI = 2.00E+1 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 9.85E-5 Ng = 7.60E-1 Adj = 5.18E+2 Lj = 1.00E+1 Wj = 3.00E+ Hj = 3.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pu = 2.00E-2 Ptu = 1.00E+ Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ La_Lu = 1.00E-4 rt = 1.00E-2 Lt = 1.00E-2	nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Ru = 1.17E-9 NI = 3.80E-5 Ng = 7.60E-1 AI = 2.00E+2 LI = 5.00E+ Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 5.45E-4 Ng = 7.60E-1 Adj = 2.87E+3 Lj = 1.00E+1 Wj = 1.00E+1 Hj = 8.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pu = 2.00E-2 Ptu = 1.00E+ Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ La_Lu = 1.00E-4 rt = 1.00E-2 Lt = 1.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Ru = 3.04E-9 NI = 1.52E-3 Ng = 7.60E-1 AI = 4.00E+4 LI = 1.00E+3 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 2.00E-1 Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+ Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 2.00E-1 Pu = 2.00E-2 Ptu = 1.00E+ Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ La_Lu = 1.00E-4 rt = 1.00E-2 Lt = 1.00E-2	nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ ----- Rv ----- Rv = 5.75E-7 Rv = 1.51E-8 NI = 1.14E-4 Ng = 7.60E-1 AI = 6.00E+2 LI = 1.50E+1 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 5.22E-5 Ng = 7.60E-1 Adj = 2.75E+2 Lj = 4.00E+ Wj = 2.00E+ Hj = 2.50E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pv = 2.00E-2 Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lbt_Lvt = 4.55E-3 Lb_Lv = 8.00E-4 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 hz = 2.00E+ Lf1 = 2.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Lbe_Lve = 3.75E-3 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 lfe = 2.50E-1 te/8760 = 7.50E-1 Rv = 3.46E-7 NI = 3.80E-3 Ng = 7.60E-1 AI = 2.00E+4 LI = 5.00E+2 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+ Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1	

	Réf. document RGC 30 165	Révision A	Annexe 1
Ct = 1.00E+ Pv = 2.00E-2 Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lbt_Lvt = 4.55E-3 Lb_Lv = 8.00E-4 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 hz = 2.00E+ Lf1 = 2.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Lbe_Lve = 3.75E-3 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 lfe = 2.50E-1 te/8760 = 7.50E-1 Rv = 2.28E-8 NI = 1.52E-4 Ng = 7.60E-1 Al = 8.00E+2 LI = 2.00E+1 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 9.85E-5 Ng = 7.60E-1 Adj = 5.18E+2 Lj = 1.00E+1 Wj = 3.00E+ Hj = 3.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pv = 2.00E-2 Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lbt_Lvt = 4.55E-3 Lb_Lv = 8.00E-4 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 hz = 2.00E+ Lf1 = 2.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Lbe_Lve = 3.75E-3 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 lfe = 2.50E-1 te/8760 = 7.50E-1 Rv = 5.31E-8	NI = 3.80E-5 Ng = 7.60E-1 Al = 2.00E+2 LI = 5.00E+ Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 5.45E-4 Ng = 7.60E-1 Adj = 2.87E+3 Lj = 1.00E+1 Wj = 1.00E+1 Hj = 8.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pv = 2.00E-2 Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lbt_Lvt = 4.55E-3 Lb_Lv = 8.00E-4 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 hz = 2.00E+ Lf1 = 2.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Lbe_Lve = 3.75E-3 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 lfe = 2.50E-1 te/8760 = 7.50E-1 Rv = 1.38E-7 NI = 1.52E-3 Ng = 7.60E-1 Al = 4.00E+4 LI = 1.00E+3 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 2.00E-1 Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+ Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 2.00E-1 Pv = 2.00E-2 Peb = 2.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lbt_Lvt = 4.55E-3	Lb_Lv = 8.00E-4 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 hz = 2.00E+ Lf1 = 2.00E-2 nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Lbe_Lve = 3.75E-3 rp = 2.00E-1 rf = 1.00E-1 lfe = 2.50E-1 te/8760 = 7.50E-1 ----- Rw ----- Rw = 0.00E+ Rw = 0.00E+ NI = 1.14E-4 Ng = 7.60E-1 Al = 6.00E+2 LI = 1.50E+1 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 5.22E-5 Ng = 7.60E-1 Adj = 2.75E+2 Lj = 4.00E+ Wj = 2.00E+ Hj = 2.50E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pw = 5.00E-2 Pparafoudre = 5.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rw = 0.00E+ NI = 3.80E-3 Ng = 7.60E-1 Al = 2.00E+4 LI = 5.00E+2 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+	

	Réf. document RGC 30 165	Révision A	Annexe 1
Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pw = 5.00E-2 Pparafoudre = 5.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rw = 0.00E+ NI = 1.52E-4 Ng = 7.60E-1 Al = 8.00E+2 LI = 2.00E+1 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 9.85E-5 Ng = 7.60E-1 Adj = 5.18E+2 Lj = 1.00E+1 Wj = 3.00E+ Hj = 3.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 1.00E+ Pw = 5.00E-2 Pparafoudre = 5.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rw = 0.00E+ NI = 3.80E-5 Ng = 7.60E-1 Al = 2.00E+2 LI = 5.00E+ Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Ndj = 5.45E-4 Ng = 7.60E-1 Adj = 2.87E+3 Lj = 1.00E+1 Wj = 1.00E+1 Hj = 8.00E+ Cdj = 2.50E-1	Ct = 1.00E+ Pw = 5.00E-2 Pparafoudre = 5.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rw = 0.00E+ NI = 1.52E-3 Ng = 7.60E-1 Al = 4.00E+4 LI = 1.00E+3 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 2.00E-1 Ndj = 0.00E+ Ng = 7.60E-1 Adj = 0.00E+ Lj = 0.00E+ Wj = 0.00E+ Hj = 0.00E+ Cdj = 2.50E-1 Ct = 2.00E-1 Pw = 5.00E-2 Pparafoudre = 5.00E-2 Pld = 1.00E+ Cld = 1.00E+ Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ ----- Rz ----- Rz = 0.00E+ Rz = 0.00E+ Ni = 1.14E-2 Ng = 7.60E-1 Ai = 6.00E+4 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Pz = 8.00E-3 Pli = 1.60E-1 Cli = 1.00E+ Pparafoudre = 5.00E-2 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+	nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rz = 0.00E+ Ni = 3.80E-1 Ng = 7.60E-1 Ai = 2.00E+6 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Pz = 1.50E-2 Pli = 3.00E-1 Cli = 1.00E+ Pparafoudre = 5.00E-2 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rz = 0.00E+ Ni = 1.52E-2 Ng = 7.60E-1 Ai = 8.00E+4 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Pz = 1.50E-2 Pli = 3.00E-1 Cli = 1.00E+ Pparafoudre = 5.00E-2 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rz = 0.00E+ Ni = 3.80E-3 Ng = 7.60E-1 Ai = 2.00E+4 Ci = 5.00E-1 Ce = 5.00E-1 Ct = 1.00E+ Pz = 1.50E-2 Pli = 3.00E-1 Cli = 1.00E+ Pparafoudre = 5.00E-2 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+ Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+ Lo1 = 0.00E+ nz = 0.00E+ nt = 8.76E+3 tz = 0.00E+ Rz = 0.00E+	

Ni = 1.52E-1
Ng = 7.60E-1
Ai = 4.00E+6
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 2.00E-1
Pz = 2.50E-2
Pli = 5.00E-1
Cli = 1.00E+
Pparafoudre = 5.00E-2
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+

ANNEXE 2**Lexique**

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

	Réf. document RGC 30 165	Révision A	Annexe 2
Parafoudre ou parasurtenseur	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.		
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.		
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.		
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.		
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.		
Régime de neutre	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 : • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T: neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).		
Réseau de masse	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.		
Réseau de terre	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 (Ω), 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^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



ETUDE TECHNIQUE Foudre

CHIMIREC EST WISCHES (67)



**CHIMIREC EST
WISCHES (67)**

Référence document

RGC 30 166

RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre du futur site **CHIMIREC EST** sur la commune de **WISCHES** dans le département du **Bas-Rhin (67)**.

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 : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 28/03/2024 	Nom : Bertrand LEROY Société : RG CONSULTANT Date : 19/04/2024 Visa 	A

DIFFUSION :

NEODYME BREIZH 34 rue Léopold Sédar Senghor, 29900 Concarneau	RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
--	---

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 166	28/03/2024	Etude Technique Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR **NEODYME BREIZH**

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	PJ49_R22152_CHR_DDAE_Wi sches_Etude_Dangers PJ46_R22152_CHR_DDAE_Wi sches_Presentation
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	APS 02 ind A - plan ICPE
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 30 165

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

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES	8
2.1 TEXTES RÉGLEMENTAIRES	8
2.2 NORMES DE REFERENCES	8
3. MÉTHODOLOGIE.....	9
3.1 PRESENTATION GENERALE	9
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE	9
4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE	10
4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (SPF)	10
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE	10
5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....	11
5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	11
5.1.1 Réseau Normal.....	11
5.1.2 Réseau Secouru	11
5.1.3 Réseau Ondulé	11
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	11
5.3 PROTECTION INCENDIE	11
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	12
5.5 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	12
5.6 SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES	13
5.7 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	14
5.8 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	15
5.9 DESCRIPTION DE LA PROTECTION CONTRE LA FOUDRE EXISTANTE	15
5.9.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)	15
5.9.2 Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)	15
6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA FOUDRE	16
6.1 DISPOSITIONS GENERALES	16
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F.....	16
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.....	19
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.....	19
6.4.1 Bâtiment principal.....	19
6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre	22
6.5 MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS	29
7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE	31
7.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	33
7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II.....	33
7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II	35
7.1.3 Raccordement	37
7.1.4 Dispositif de deconnexion	37
7.2 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION	39
7.2.1 Protection par parafoudre	39
7.2.2 Protection par écrantage de ligne.....	40

8.	PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	41
9.	REALISATION DES TRAVAUX	42
10.	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	42
10.1	VERIFICATION INITIALE.....	42
10.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES	43
10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	43
11.	TABLEAU DE SYNTHESE	44

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

La société **CHIMIREC Est**, affiliée au Groupe CHIMIREC, est spécialisée dans la gestion des déchets et plus particulièrement dans la gestion des déchets dangereux.

Dans le cadre du développement de ses activités, **CHIMIREC Est** souhaite étendre son réseau de sites sur une nouvelle implantation située sur la commune de Wisches dans le département du Bas-Rhin.

Cette nouvelle implantation, reprenant un site industriel non exploité depuis quelques années, accueillera des installations relatives :

- Au transit et au regroupement de déchets dangereux et non dangereux en vue de leur traitement ultérieur sur des installations extérieures.
- Au traitement et à la valorisation de déchets dangereux et non dangereux et de leurs contenants de regroupement.

Le site sera 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 C'est dans ce cadre qu'une Etude Technique.

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 30 165**.

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

Les principales installations et activités composant ce projet, faisant l'objet de la présente demande d'autorisation environnementale, sont les suivantes :

- Un bâtiment en trois parties qui accueilleront des installations de regroupement et de tri, et de traitement / valorisation, des déchets sur une surface d'environ 8 100 m² (surface de toitures).
- Des zones de regroupement des déchets en extérieur en cuves et en bennes notamment.

Ces installations et activités seront complétées par :

- Deux aires de distribution de carburants, routiers et non routiers.
- Une réserve d'eau incendie de sprinklage.
- Un bassin de gestion des eaux pluviales et de rétention des eaux incendie.
- Deux ponts bascule (entrée et sortie).
- Des aires de stationnement séparées pour les poids lourds et les véhicules légers.

Les activités à mettre en œuvre concerneront notamment, et principalement :

- La collecte de déchets chez les clients de la société par une flotte de véhicules dédiés.
- Le transit et le regroupement des déchets collectés en attente de leur évacuation vers des partenaires de traitement.
- Le regroupement des déchets, et notamment le mélange de déchets de nature compatible, également en attente de leur évacuation vers des partenaires de traitement.
- Le traitement d'une partie des déchets et notamment par séparation des phases solides et liquides afin d'évacuer différenciellement ces deux phases vers des partenaires de traitement.
- Le traitement d'une partie des déchets et notamment par décantation pour les eaux hydrocarburées.
- Le traitement par massification par broyage des emballages plastiques ne pouvant pas être réutilisés.
- Le traitement par massification par broyage des emballages et matériaux souillés.



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].

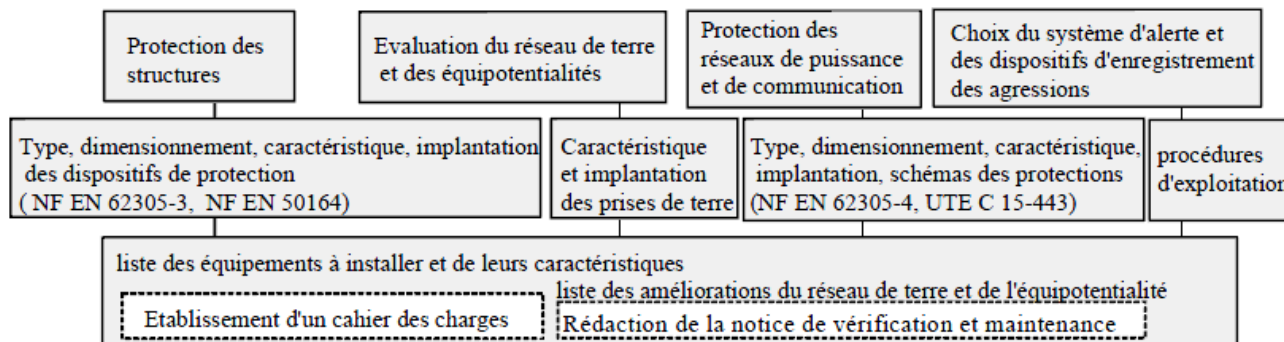
3. MÉTHODOLOGIE

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 :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Bâtiment principal	Protection de niveau IV	Protection de niveau II

Tableau 2: Synthèse des protections foudre

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Organes de sécurité
Extincteur
RIA
Surpresseur RIA
Sprinkler
Centrale de détection incendie
Centrale de détection gaz
Report d'alarme et télésurveillance
Centrale de détection multi ponctuelle
Electrovanne de rétention

Tableau 3: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielle sont à prévoir pour les canalisations suivantes (si métalliques):

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisation Gaz existante
	Canalisation RIA
	Canalisations Poste Sprinkler
	Canalisations liquides aires cuves aériennes
	Canalisations Sprinkler Cellules

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

Le site est alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de transformation en bordure de site.

De ce poste, une ligne basse tension vient alimenter le TGBT du site. Nous ne disposons pas à ce stade de l'étude du synoptique projeté des futures installations.

Le régime de neutre 400 V est TN.

5.1.2 Réseau Secouru

Le site est dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

5.1.3 Réseau Ondulé

Le site ne disposera pas de réseau ondulé.

5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le site est actuellement raccordé au réseau ORANGE via une ligne cuivre souterraine vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes sont définies à titre indicatif :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance.

5.3 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction seront les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type d'alimentation
Bâtiment principal	Extincteur, RIA, poteaux incendie	Non	/	Non renseigné à ce stade de l'étude
	Désenfumage (DAS),	Oui	CMSI	
	Déclencheur manuels (DM),	Oui	CMSI	
	Isolation REI120 de certaines alvéoles de stockage	Non	/	
	Avertisseurs sonores (BAAS),	Oui	SDIS	
	Détecteurs de fumée (DA)	Oui	CMSI	
	Caméras flash	Oui	CMSI	
	Extinction par sprinkler	Oui	CMSI	
	CMSI	Oui	Télétransmetteur	
	Télétransmetteur	Oui	Télésurveillance /SDIS	

Tableau 5 : Moyens de protection incendie

Du personnel de sécurité est présent en permanence sur le site et est en charge d'alerter les secours en cas d'accident.

Le temps d'intervention du SDIS est supérieur à 10 minutes en cas d'alerte incendie sur site.

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
Bâtiment principal	Canalisation Gaz existante	Métallique	A réaliser
	Canalisation RIA	Métallique	A réaliser
	Canalisations Eaux Usées	PVC	/
	Canalisations Eaux Pluviales	PVC	/
	Canalisations AEP	PVC	/
	Canalisations liquides aires cuves aériennes	Métallique	A réaliser
	Canalisations Poste Sprinkler	Métallique	A réaliser
	Canalisations Sprinkler Cellules	Métallique	A réaliser

Source : Selon Retour d'expérience

Tableau 6 : 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 :

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
3550	Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte	Autorisation
3510	Elimination ou valorisation des déchets dangereux, avec une capacité de plus de 10 tonnes par jour	Autorisation
2718.1	Installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2717, 2719, 2792 et 2793.	Autorisation
2790	Installations de traitement de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2711, 2720, 2760, 2770, 2792, 2793 et 2795	Autorisation
2663.2.b	Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de), à l'exception des installations classées au titre de la rubrique 1510 : 2. Dans les autres cas et pour les pneumatiques.	Déclaration
2714.2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux de papiers/cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois à l'exclusion des activités visées aux rubriques 2710, 2711 et 2719	Déclaration
2716.2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719 et des stockages en vue d'épandages de boues issues du traitement des eaux usées mentionnés à la rubrique 2.1.3.0. de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1	Déclaration
2791.2	Installation de traitement de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations classées au titre des rubriques 2515, 2711, 2713, 2714, 2716, 2720, 2760, 2771, 2780, 2781, 2782, 2783, 2794, 2795 ou 2971	Déclaration contrôlée
2795.2	Installations de lavage de fûts, conteneurs et citernes de transport de matières alimentaires, de substances ou mélanges dangereux mentionnés à l'article R. 511-10, ou de déchets dangereux.	Déclaration

Tableau 7 : 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

Suivant l'EDD réalisée par la société NEODYME BREIZH (Mission n° R22152 - PJ46a f29/03/2024), 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.

La liste des zones potentielles est présentée ci-dessous :

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	Intérieur des contenants des déchets liquides inflammables conditionnés Intérieur de la chambre de broyage des EMS Ciel de la cuve de stockage de GNR / Gazole
	Zone 20 : poussières	-
Atmosphère explosive pouvant se former occasionnellement et en fonctionnement normal	Zone 1 : gaz et vapeurs	Abords immédiats (distance restant à préciser) des contenants de déchets liquides inflammables en cours de déconditionnement et notamment lors du pompage des futs
	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	Abords immédiats (distance restant à préciser) des contenants des déchets liquides inflammables conditionnés ouverts Abords immédiats (distance restant à préciser) de la chambre de broyage des EMS Abords immédiats du pistolet de distribution de GNR / Gazole
	Zone 22 : poussières	-

Tableau 8 : zones ATEX

Pour rappel, suivant la norme NF EN 62 305 :

- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 1 ou 21 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie élevé,
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 2 ou 22 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie faible, sauf si la charge calorifique du bâtiment, indique un risque d'incendie supérieur.
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 0 ou 20, le risque d'explosion est retenu, sauf si la zone est contenue dans une structure métallique d'épaisseur conforme à la NF EN 62305-3, ou si la zone ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations. (Zone ne pouvant être directement impactable par la foudre)
- Et le risque d'explosion n'est pas considéré si l'une des conditions suivantes est satisfaite :
 - a) La durée de présence des substances explosives est inférieure à 0,1h/an.
 - b) Le volume d'atmosphère explosive est négligeable conformément à l'EN 60079-10-1 et à l'EN 60079-10-2.
 - c) La zone ne peut être frappée directement par un éclair et les étincelles dangereuses dans la zone sont évitées.

Pour le site, il **sera donc retenu seulement un risque d'incendie élevé** du fait de la présence de zone ATEX 1 dans les locaux. Les zones 0 étant à l'intérieur des bâtiments (Non impactable directement) dans des contenant métalliques ou plastiques mis sur rétentions.

Le risque d'explosion au sens de la NF EN 62305 ne sera pas retenu.

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 (A confirmer)
Extincteur	Non
RIA	Non
Surpresseur RIA	Oui
Sprinkler	Oui
Centrale de détection incendie	Oui
Centrale de détection gaz	Oui
Report d'alarme et télésurveillance	Oui
Centrale de détection multi ponctuelle	Oui
Electrovanne de rétention	Oui

Tableau 9 : Liste des équipements de sécurité

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

5.9 Description de la protection contre la foudre existante

5.9.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

Le site est dépourvu d'installations de protection contre les effets directs de la foudre.

5.9.2 Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

Le site est dépourvu d'installations de protection contre les effets indirects de la foudre.

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 :

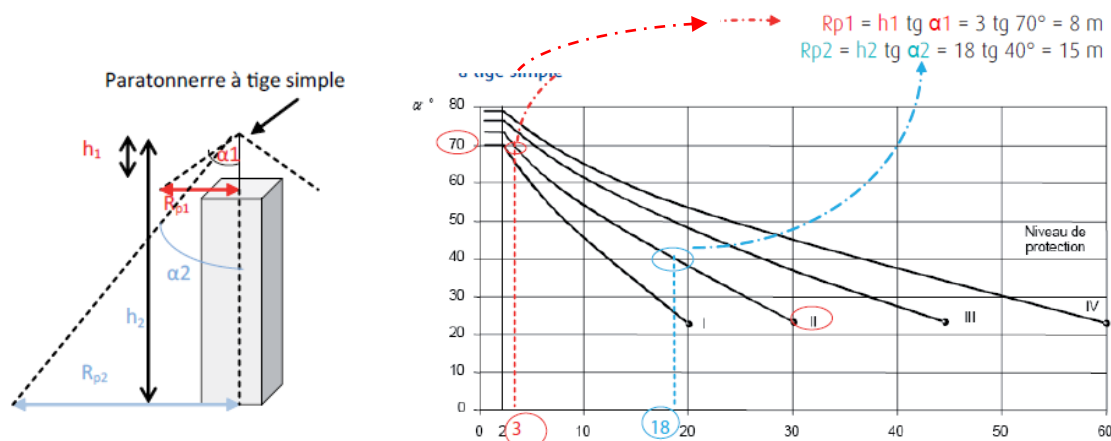
- Tiges simples,
- Fils tendus,
- Cages maillées et/ou composants naturels...

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.



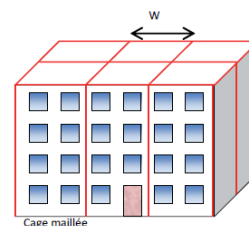
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **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

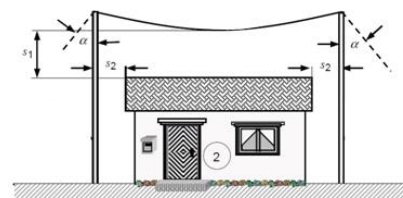
Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **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.

		Rayon de protection des PDA											
Niveau de protection		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.

Tableau 10 : Rayon de protection des PDA

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 :

	Système passif	Système actif (PDA)
Installation	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
Maintenance	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
Efficacité	Basée sur le modèle électrogéométrique. Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées.	En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
Coût d'installation	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 11 : Avantages et inconvénients par SPF

6.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface des bâtiments étant importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à dispositif d'amorçage**, car :

- Une solution de protection par tiges simples et cages maillées serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.
- 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 Bâtiment principal

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

Le Bâtiment doit être protégé par un **SPF de niveau IV**.

6.4.1.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **2 PDA** testables IN SITU.

Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

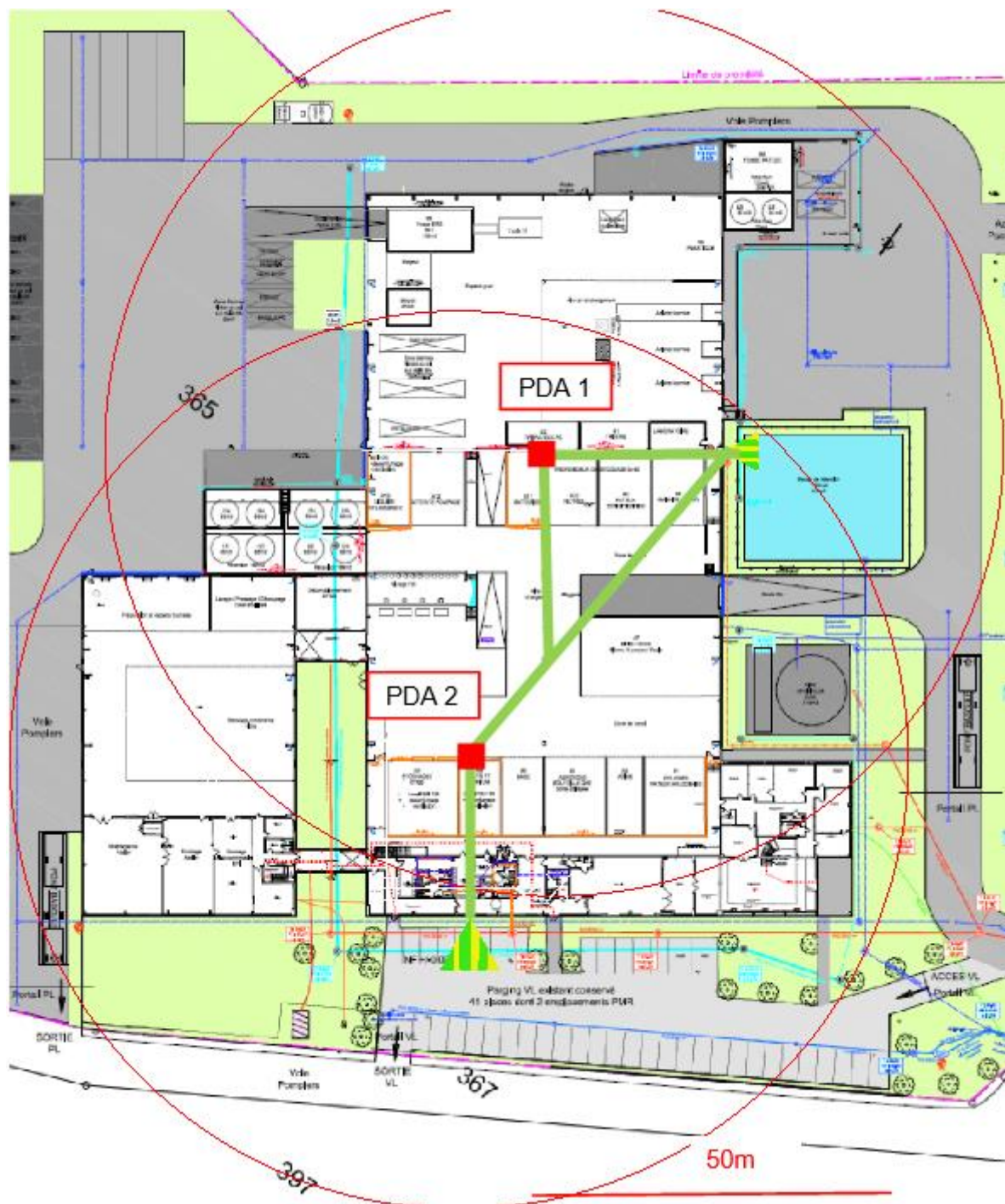
Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
2 PDA	6 mètres	60 μs	IV	64,2 m

Tableau 12 : I.E.P.F à installer

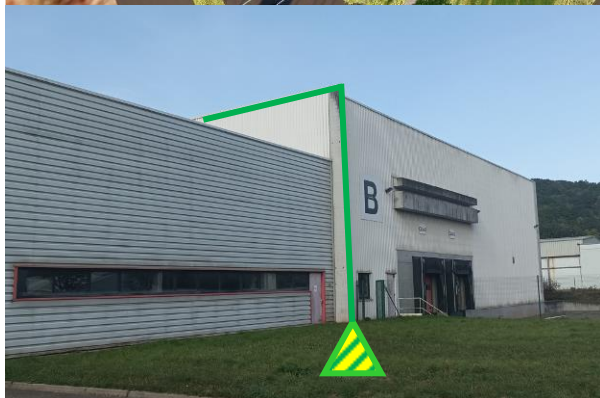
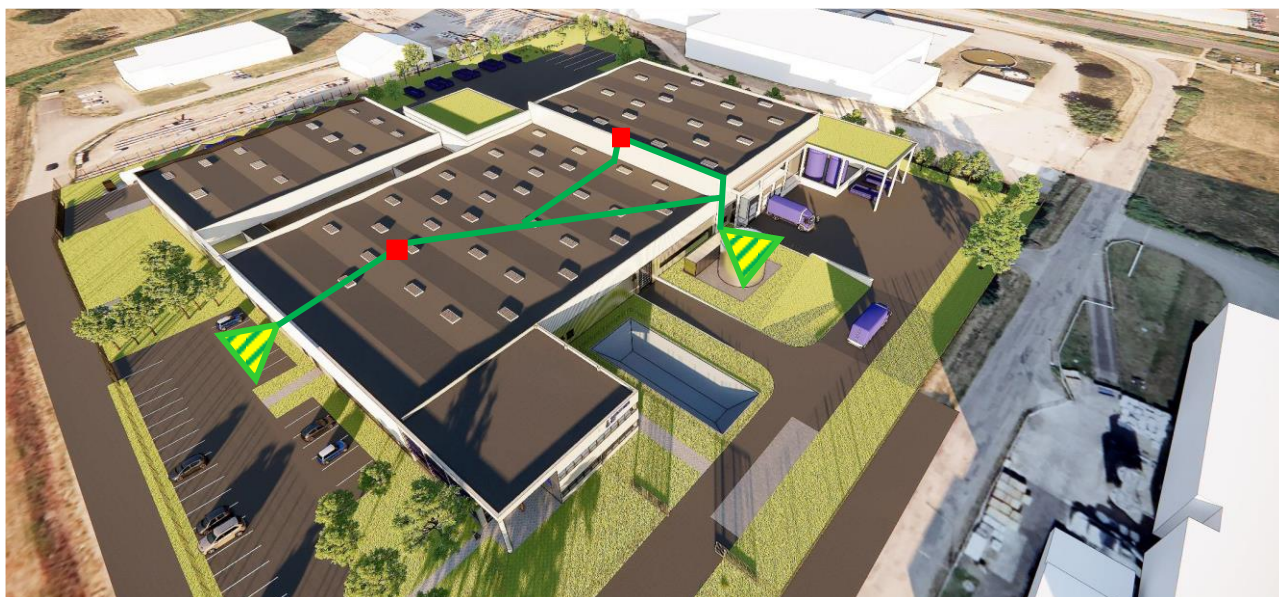
Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

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 64,2 m		PDA sur mât de 6 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 13 : 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

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descente spécifique est nécessaire.

La distance de séparation au pied du PDA concerné est de :
(Le détail du calcul est présenté en annexe 1)

	PDA 1	PDA 2
Distance de séparation dans l'air	1,1 m	1,0 m
Distance de séparation dans le béton	2,2 m	2,0 m

Tableau 14 : 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.

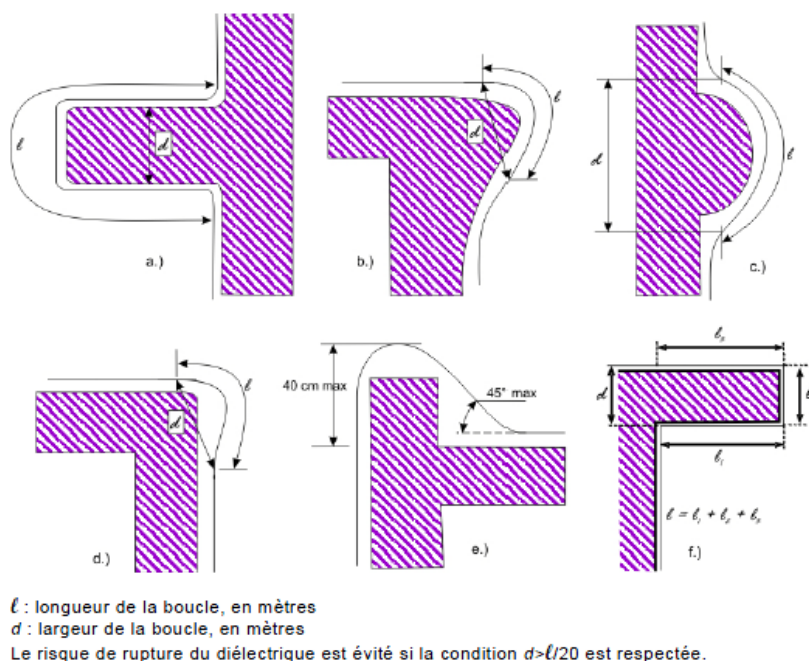


Figure 2 : Formes de courbure des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente, pour les PDA, doivent être fixés à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

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 ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Tableau 15: 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

Vu la difficulté de réaliser une prise de terre de type B (boucle), il y a lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente.**

Au total, **2 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

Les prises de terre type A doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10 Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur.

- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

Deux configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre **type A** :

➤ Patte d'oie

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,

Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

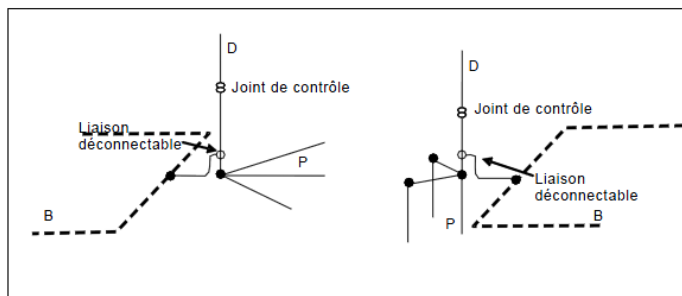
➤ Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 5 m (6m pour les PDA)** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.

Le nombre minimal d'électrode de terre doit être de deux.



D : conducteurs de descente
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Figure 3 : Schéma de principe « prise de terre »

Pour les prises de terre selon NF EN 62305-3,

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 Ø mm	Conducteur de terre	Plaque de terre mm	
Cuivre	Torsadé ³⁾		50 mm ²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein ³⁾		50 mm ²		Diamètre 8 mm
	Plaque pleine ³⁾		50 mm ²		Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein	15 ⁸⁾			Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau	20		500 x 500	Epaisseur min. 2 mm
	Plaque pleine			600 x 600	25 mm x 2 mm section Configuration de longueur minimale d'une plaque torsadée: 4,8 m
Acier	Rond plein galv. ^{1), 2)}	16 ⁹⁾	Diamètre 10 mm		Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau galv. ^{1), 2)}	25			Epaisseur min. 3 mm
	Bande pleine galv. ¹⁾		90 mm ²		Epaisseur min. 3 mm
	Plaque pleine galv. ¹⁾			500 x 500	Epaisseur min. 3 mm
	Treillis galv. ¹⁾			600 x 600	30 mm x 3 mm section
	Rond cuivre plein revêtu ⁴⁾	14			250 µm rayon minimum
	Rond plein nu ⁵⁾		Diamètre 10 mm		Revêtement Cu de 99,9 %
	Nu ou galv. plaque pleine ^{5), 6)}		75 mm ²		Epaisseur min 3 mm
Acier inoxydable ⁷⁾	Torsadé galv. ^{5) 6)}		70 mm ²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Profilé galvanisé en croix ¹⁾	50 x 50 x 3			
Acier inoxydable ⁷⁾	Rond plein	15	Diamètre 10 mm		
	Plaque pleine		100 mm ²		Epaisseur min. 2 mm

Tableau 16 : Nature des prises de terre selon la norme

6.4.2.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à $10\ \Omega$ à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à $10\ \Omega$, il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- **100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.**

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ (respectivement } 100 \text{ m)} < L1 + 2 \times L2$$

Pour une prise de terre de Type B, lorsqu'une valeur de 10 ohms ne peut être obtenue, il convient que la longueur cumulée des n électrodes supplémentaires soit de :

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;
- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

6.4.2.9 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* ».

6.4.2.10 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 $500\ \Omega\text{ m}$, la distance minimum est portée à 5 m.

6.4.2.11 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 kΩm.

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 µs, 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 adapté 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.

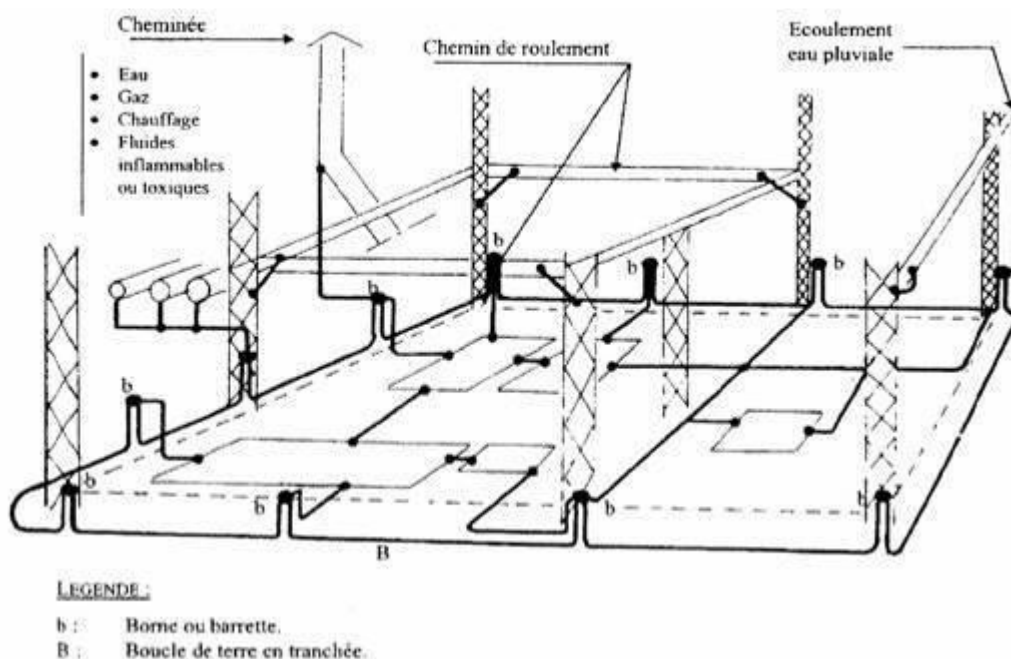


Figure 4: Principe général de mises à la terre

Zone	Nom	Mise à la terre
Bâtiment principal	Canalisation Gaz existante	A réaliser
	Canalisation RIA	A réaliser
	Canalisations Poste Sprinkler	A réaliser
	Canalisations liquides aires cuves aériennes	A réaliser
	Canalisations Sprinkler Cellules	A réaliser

Tableau 17 : Canalisations entrantes

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

^a Il convient que les autres matériaux utilisés présentent des sections assurant une résistance équivalente.

^b 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.

^c 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.

^d Les autres parafoudres incluent les parafoudres utilisés dans les réseaux de télécommunication et de signalisation

Tableau 18 : 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 II** sur le site **CHIMIREC** de **WISCHES (67)**.

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, ...).

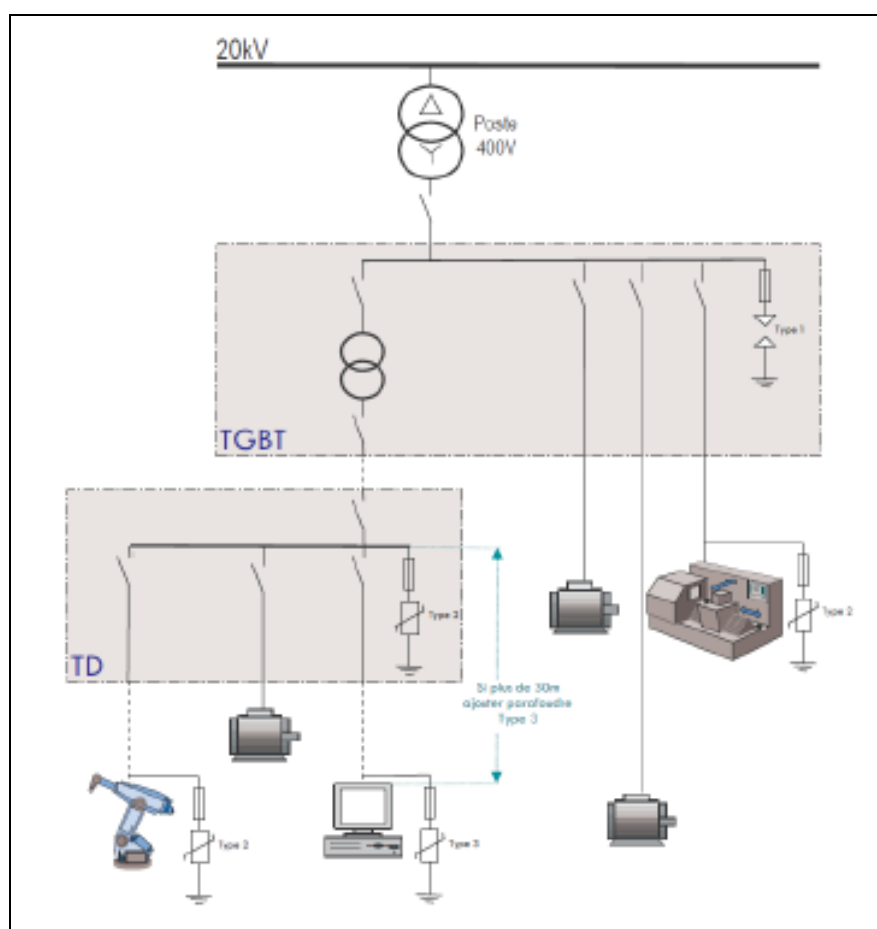


Figure 5 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Préconisation</i>
Bâtiment principal	TGBT	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
Poste Sprinkler	TD	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

Tableau 19 : Protection type 1

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Préconisation</i>
Bâtiment principal	Surpresseur RIA	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale Sprinkler	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection incendie	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection gaz	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Report d'alarme et télésurveillance	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Centrale de détection multi ponctuelle	Installation d'un Parafoudre de type 2
	Electrovanne de rétention	Installation d'un Parafoudre de type 2

Tableau 20 : Protection type 2

<i>Bâtiment</i>	<i>Installation</i>	<i>Préconisation</i>
Bâtiment administratif	Répartiteur Télécom	Parafoudres CFA de type 1 sur lignes télécom exploitées et mise à la terre des paires inertes

Tableau 21 : 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 22: 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.

	Bâtiment principal
Régime de neutre	TN
Pour le n	7
Pour le m	3
$n \times m =$	21
Calcul niveau II $(0,5 / (n \times m)) \times 150 =$	6,25

Tableau 23 : 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 : **$U_c \geq 253V$**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μs) : **$I_{imp} \geq 12,5 kA$**
- Niveau de protection : **$U_p \leq 1,5 kV$**

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.
 - 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.
 - 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 24: Valeurs de δ selon la situation de la ligne et du bâtiment

Application de la formule :

$$F = 11,0 \times (1,6 + (2 \times 0,01) + 0,5)$$

$$\text{Soit : } F = 23,32$$

Le paramètre F est donc égal à 23,32 pour ce site.

– Choix de I_n

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge I_n 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 I_n en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	I_n (kA)
$F \leq 40$	5
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

Tableau 25: Choix de I_n dans le cas des parafoudres de type 2

	Bâtiment
I_n (kA)	5 kA

Tableau 26: Résumé du I_n pour les bâtiments du site

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent **$U_c \geq 253V$**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) **$I_n \geq 5$ kA**
- Niveau de protection **$U_p \leq 1,5$ 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)**.

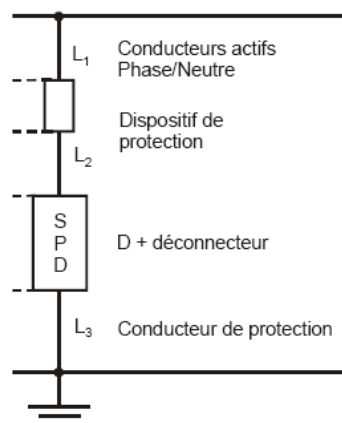


Figure 6 : Principe de câblage d'un parafoudre

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...

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 μs) des parafoudres doit être $>$ ou $=$ aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection Np	
I-II	III-IV
I_{imp} minimum du parafoudre (enkA) en onde 10/350 μs	
2	1

Tableau 27 : 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 direct de la foudre sur les câbles devra être absent.

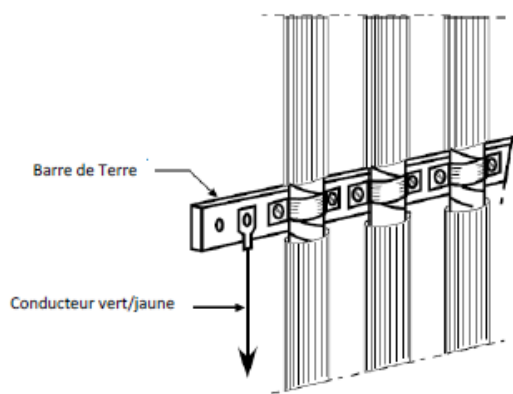


Figure 8 : Mise à la terre de câble écrantés

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 équipotentielles,
- 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 ^{a b} année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1

^a 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.

^b 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 28 : 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 **CHIMIREC de WISCHES (67)**, 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 SYNTHÈSE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
EFFETS DIRECTS	
Bâtiment principal	Installation d'un SPF de niveau IV , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
EFFETS INDIRECTS	
TGBT	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau II : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique.
Tableaux divisionnaires et installations sensibles	Protection par parafoudres type 2 : onde 8/20 µs, 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.
PREVENTION	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

Tableau 29: 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 K_i	0,04

Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient K_c	0,75

Coefficient K_m Air	1
Coefficient K_m Béton, Briques	0,5

Coefficient l	36 m
-----------------	------

PDA n°1

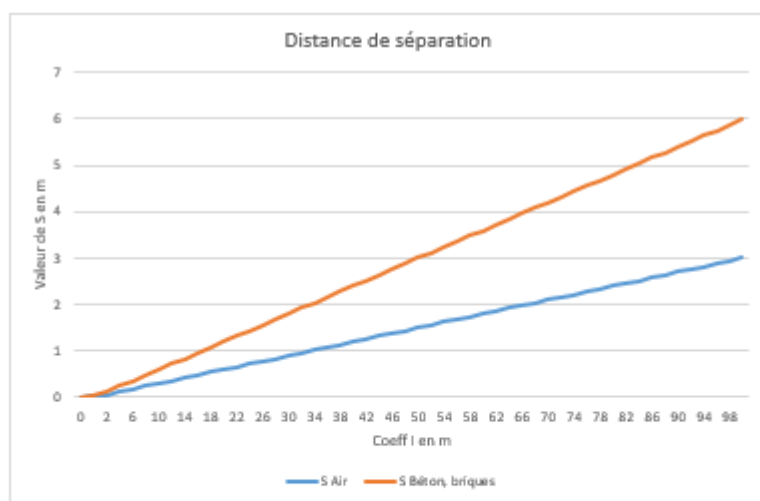
Niveau de protection	K_i
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	K_c
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	K_m
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,080 m
Calcul de S Béton, Briques max	2,160 m

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



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 écouant 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.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	IV
----------------------	----

Coefficient Ki	0,04
----------------	------

Nombre de conducteurs de descente	2
-----------------------------------	---

Coefficient Kc	0,75
----------------	------

Coefficient Km Air	1
--------------------	---

Coefficient Km Béton, Briques	0,5
-------------------------------	-----

Coefficient I	33 m
---------------	------

PDA n°2

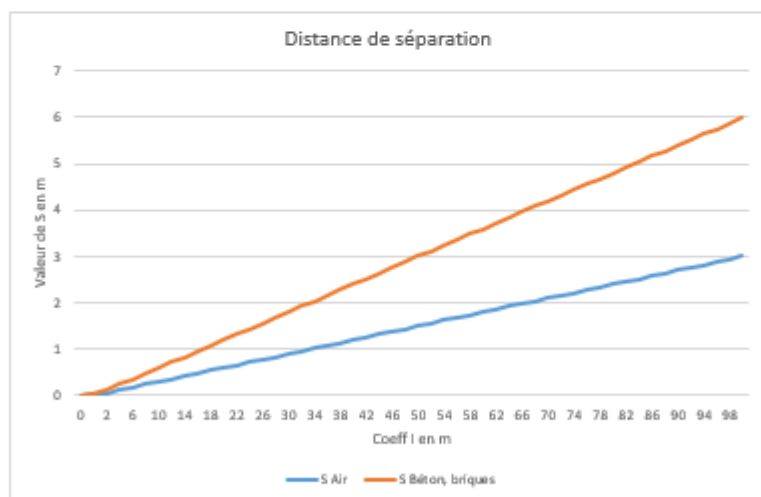
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	0,990 m
Calcul de S Béton, Briques max	1,980 m

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



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 écouant 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

CHIMIREC EST SITE DE WISCHES (67)

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 28/03/2024 	Nom : Bertrand LEROY Société : RG CONSULTANT Date : 19/04/2024 Visa 	A

333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - 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 M.GOIFFON.....	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 30 166	28/03/2024	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 Ω , 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 rocaillieux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10 Ω 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 antérieurs.

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 ^{a b} année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1
^a 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. ^b 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 30 : 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 **CHIMIREC** sur la commune de **WISCHES (67)** 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 **CHIMIREC** sur la commune de **WISCHES (67)** 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 9 : Implantation des paratonnerres

Légende :

	Rayon de protection 64,2 m (réduction des 40% appliquée)		PDA sur mât de 6 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture

	PDA 1	PDA 2
Avance à l'amorçage	60 µs	60 µs
Hauteur	6 m	6 m
Niveau de protection	4	4
Rayon de protection	64,2 m	64,2 m
Distance de séparation	1,1 m	1,0 m

Tableau 31 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.2 Mise à la terre des canalisations

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
Canalisation Gaz existante	mm ²		
Canalisation RIA	mm ²		
Canalisations Poste Sprinkler	mm ²		
Canalisations liquides aires cuves aériennes	mm ²		
Canalisations Sprinkler Cellules	mm ²		

Tableau 32 : 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 :

Bâtiment	Armoire	Type	Marque - réf	Up (kV)	In- (kA)	limp- Imax (kA)	Dispositif de déconnexion
Local Technique	TGBT	1+2					
Poste SPK	TD	1+2					
Bâtiment principal	Surpresseur RIA	2					
	Centrale Sprinkler	2					
	Centrale de détection incendie	2					
	Centrale de détection gaz	2					
	Report d'alarme et télésurveillance	2					
	Centrale de détection multi ponctuelle	2					
	Electrovanne de rétention	2					
	Lignes télécom	1					

Tableau 33 : Liste des parafoudres

4. NOTICE DE VERIFICATION

4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

FICHE CONTROLE PDA

Numéro du PDA :

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES PDA

Modèle :

Marque :

Hauteur du mât :

Avance à l'amorçage:

Testable à distance :

Oui
☐

Non
☐

Résultat du test de la tête :

Positif
☐

Négatif
☐

Nombre de conducteur de descente :

Niveau de protection :

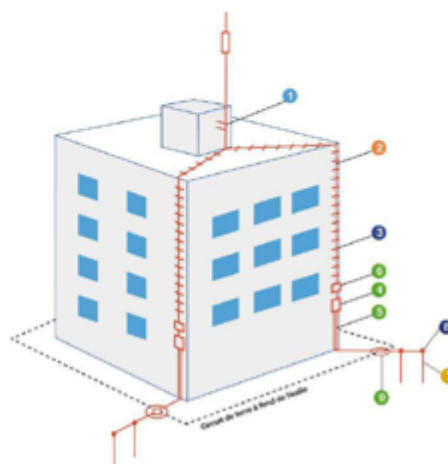
☐ I

☐ II

☐ III

☐ IV

Rayon de protection : (m)



✓ INSPECTION VISUELLE :

1- Etat des composants du dispositif de capture :

Etat visuel d'ensemble :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des composants :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat du mât du paratonnerre :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des ancrages :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des connexions :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

Type et matériau :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Présence de joints de contrôle:	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Cheminement du conducteur de descente:	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Raccordement au dispositif de capture :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Continuité des conducteurs de descente :	☐ Conforme	☐ 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 équipotentielle 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

Présence du piquet de terre :

☐ Conforme ☐ Non-conforme

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 :

- ☐ Tétra
☐ Tri
☐ Mono

Type 1 ☐ Type 3 ☐

Type 2 ☐

Up :kV

Uc :V

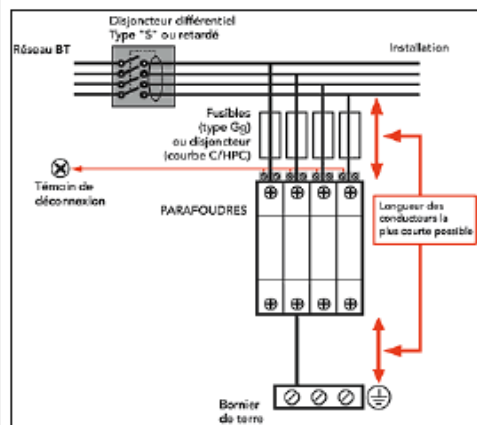
Pour type 1 :

I_{imp} :kA

Pour type 2 ou 3 :

I_n :kA

I_{max} :kA



INSPECTION VISUELLE :

- | | | | |
|--|---|------------------------------|-------|
| ➤ Règle des 50 cm respectée | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| ➤ Section des câbles respectée | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| ➤ Signalisation du défaut du parafoudre | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| ➤ Présence étiquette | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| ➤ Dispositif de coupure associé existant | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| ➤ Sélectivité | ☐ OUI | ☐ NON | ..... |
| | - Calibre Disjoncteur Armoire : | | |
| | - Calibre Disjoncteur/Fusible PRF : | | |
| ➤ Présence fusible dans PF | ☐ OUI | ☐ 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'Etablissement.

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

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

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

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
28/03/2024	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
28/03/2024	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

Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)							
NATURE DE LA VERIFICATION				RESULTATS DE LA VERIFICATION		VERIFICATEUR	Nom et Qualité de la personne qui a effectué la vérification ou N° QUALIFOUDRE
				Indiquer les valeurs obtenues ou les constations faites	Actions prises ou à prendre		
				Mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre			
				Vérification de la continuité électrique de l' installation			
				Vérification de tous les conducteurs et composants du SPF (test de l' électronique pour les PDA)			
				Type de protection			
				Date			

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

	Réf. document RGC 30 166	Révision A	Annexe 3
Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.		
Barre d'équipotentialité	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.		
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.		
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".		
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.		
Conducteur de descente	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.		
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.		
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.		
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.		
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.		
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.		
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.		
Distance de séparation	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.		
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.		

	Réf. document RGC 30 166	Révision A	Annexe 3
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	Elément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.		
Equipements métalliques	Eléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.		
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	Eléments 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.		

	Réf. document RGC 30 166	Révision A	Annexe 3
Niveau de protection Parafoudre ou parasurtenseur Paratonnerre P.D.A Point d'impact Prise de terre Régime de neutre Réseau de masse Réseau de terre	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité. 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. Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre. Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde. Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre. Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre. 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 : • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C). 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. 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.		

	Réf. document RGC 30 166	Révision A	Annexe 3
Résistance de terre	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), 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.		
Surtemp	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

Analyse Préliminaire des Risques - CHIMIREC Est - Projet de Wisches

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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'atteinte			
Déchargement / Regroupement / Entreposage temporaire de déchets liquides en vrac																	
1	Accident de circulation sur le site : perte du chargement de déchets	Pollution	Réception des déchets en camion citerne (aires extérieures et halls de réception bâtiment)	Déchets liquides vrac	-Accident au dépotage -Rupture des cuves de transit : vieillissement de l'équipement, choc mécanique avec un engin, effets domino d'un autre évènement -Perte de maitrise du chauffeur	1	-Pollution de l'environnement par l'écoulement des déchets dangereux liquides aux milieux sol et eau	4	4	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site et notamment à la circulation sur le site : vitesse limitée, signalisation, aires de dépotage dédiées. - Aires de dépotage étanche et reliées aux rétentions des cuves de regroupement - Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel '-Protocole de sécurité spécifique pour les dépotages de déchets dangereux liquides -Formation des agents à la réalisation des opérations de dépotage -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des moyens de transports, contrôle technique, plan de vieillissement -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : enrobé routier et dalle béton sur aire de dépotage -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	8	négligeable	
2	Accident de circulation sur le site : perte du chargement de déchets Déchargement des déchets	Pollution	Réception des déchets en fûts (hall de réception bâtiment)	Déchets liquides vrac	-Accident au déchargement -Rupture des fûts : vieillissement du fûts, choc mécanique avec un engin, effets domino d'un autre évènement -Perte de maitrise de l'opérateur	2	-Pollution de l'environnement par l'écoulement des déchets dangereux liquides aux milieux sol et eau	2	4	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site et notamment à la circulation sur le site : vitesse limitée, signalisation - Aires de déchargement dédiée étanche dans le bâtiment - Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel '-Protocole de sécurité spécifique pour les déchargements de déchets dangereux liquides -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des moyens de transports, contrôle technique, plan de vieillissement -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment couvert et fermé - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas de déversement d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	8	négligeable	
3	-Rupture des cuves de regroupement des déchets liquides -Rupture de flexibles de transferts des déchets liquides -Renversement d'un contenant -Sur-remplissage de la cuve de regroupement (trop plein)	Pollution	Réception des déchets en camion citerne ou en fûts Regroupement en cuves	Déchets liquides vrac	- Rupture de flexibles : vieillissement du flexible, choc mécanique avec un engin -Rupture de cuves : vieillissement de la cuve - Erreur humaine de l'opérateur	2	-Pollution de l'environnement par l'écoulement des déchets dangereux liquides aux milieux sol et eau	2	4	-Rétentions des cuves de regroupement dimensionnées selon les règles de l'art (100%-50%) -Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site et notamment à la circulation sur le site : vitesse limitée, signalisation - Aires de dépotage / déchargement dédiées étanches - Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel '-Protocole de sécurité spécifique pour les dépotages / déchargements de déchets dangereux liquides -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement -Déctecteur de niveaux hauts sur les cuves -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des flexibles, Vérification du matériel de manutention, contrôle technique, plan de vieillissement -Protocole d'arrêt du transfert "type bouton coup de poing" -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton des aires de dépotage et du bâtiment couvert et fermé -Rétentions des cuves de regroupement dimensionnées selon les règles de l'art (100%-50%) '-Etanchéité des rétentions : dalle béton - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas de déversement d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	8	négligeable	
4	Mélange incompatible lors du déchargement de déchets liquides	Toxique	Réception des déchets en camion citerne ou en fûts	Déchets liquides vrac	- Erreur humaine de l'opérateur -Défaut d'étiquetage du lot	1	-Rejets de composés par réaction : les huiles, huiles claires, liquide de refroidissement et les autres déchets huileux ne présentent pas d'incompatibilité en cas de mélange	2	2	-Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel -Certificat d'Acceptation Préalable et contrôle de réception du chargement : visuel et laboratoire le cas échéant -Identification des pompes et bouches de dépotage '-Protocole de sécurité spécifique pour les dépotages / déchargements de déchets dangereux liquides -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement et au risque de mélange incompatible -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des flexibles, Vérification du matériel de manutention, contrôle technique, plan de vieillissement -Protocole d'arrêt du transfert "type bouton coup de poing" -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA)	-Etanchéité du sol : dalle béton des aires de dépotage et du bâtiment couvert et fermé - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas de déversement d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	4	négligeable	

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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'attente				
5	Incendie suite au déversement de déchets liquides : scénarii précédents : perte du chargement, rupture de cuves, rupture flexible, renversement, sur-remplissage, etc.	Thermique	Réception des déchets en camion citerne ou en fûts	Déchets liquides vrac	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur	4	-Incendie aux niveaux des aires de dépotage de déchets liquides (extérieur) -Incendie de la zone de déchargement des déchets liquides (bâtiment) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	4	16	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux? RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Alvéoles / rétentions ceinturées par des parois béton '-DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	32	Important		
6	Incendie suite au déversement de déchets liquides : scénarii précédents : perte du chargement, rupture de cuves, rupture flexible, renversement, sur-remplissage, etc.	Pollution par eaux d'extinction	Réception des déchets en camion citerne ou en fûts	Déchets liquides vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	3	-Incendie aux niveaux des aires de dépotage de déchets liquides (extérieur) -Incendie de la zone de déchargement des déchets liquides (bâtiment) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	3	9	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas de déversement d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	18	tolérable		
7	Incendie suite au déversement de déchets liquides : scénarii précédents : perte du chargement, rupture de cuves, rupture flexible, renversement, sur-remplissage, etc.	Toxique	Réception des déchets en camion citerne ou en fûts	Déchets liquides vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	1	-Incendie aux niveaux des aires de dépotage de déchets liquides (extérieur) -Incendie de la zone de déchargement des déchets liquides (bâtiment) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : absence de composés toxiques : la combustion des huiles, huiles claires, liquide de refroidissement et les autres déchets huileux est à l'origine d'oxydes de carbone et d'eau principalement	2	2	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, RIA et extincteurs) internes au site -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	4	négligeable		
Déchargement / Regroupement / Entreposage temporaire de déchets solides conditionnés ou en vrac																		
8	Accident de circulation sur le site : perte du chargement de déchets	Pollution	Réception des déchets en poids lourds	Déchets solides conditionnés ou en vrac	-Accident de circulation -Perte de maîtrise du chauffeur	1	-Pollution de l'environnement par renversement des déchets au sol puis possible entrainement vers les eaux	2	2	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site et notamment à la circulation sur le site : vitesse limitée, signalisation, aires de dépotage dédiées. - Déchargement dans le bâtiment - Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement -Solidité et arrimage des contenants -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des moyens de transports, contrôle technique, plan de vieillissement -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : enrobé routier et dalle béton -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	4	négligeable		
9	Rupture ou chute d'un contenant lors du déchargement, du tri, et/ou du regroupement	Pollution	Réception des déchets en poids lourds, opérations de tri et de regroupement	Déchets solides conditionnés ou en vrac	- Rupture du contenant : vieillissement, choc mécanique avec un engin - Erreur humaine de l'opérateur : chute d'un contenant, erreur de tri ou de regroupement	3	-Pollution de l'environnement par renversement des déchets au sol puis possible entrainement vers les eaux	2	6	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site et notamment à la circulation sur le site : vitesse limitée, signalisation, aires de dépotage dédiées. - Déchargement dans le bâtiment - Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement, de tri et de regroupement -Solidité et arrimage des contenants -Moyens de manutention adaptés -Quais et aires de déchargement exclusivement dédiés -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des moyens de transports, contrôle technique, plan de vieillissement -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : enrobé routier et dalle béton sur aire de dépotage -Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	12	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		Criticité résiduelle (C'=PxGxM)	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) ⁽¹⁾		Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'attente			
10	Mélange incompatible lors du déchargement, du tri et/ou du regroupement	Toxique	Aires de déchargement et de tri	Déchets solides conditionnés ou en vrac	- Erreur humaine de l'opérateur -Mélange en cas de déversement accidentel (scénarii précédents)	1	-Rejets de composés par réaction	2	2	-Réception en entrée de site : identification du secteur de déchargement / Réception uniquement lors des heures d'ouverture du site donc en présence de personnel -Certificat d'Acceptation Préalable et contrôle de réception du chargement : visuel et laboratoire le cas échéant -Identification des aires de déchargement '-Protocole de sécurité spécifique pour les déchets dangereux et incompatibles -Formation des agents à la réalisation des opérations de déchargement et au risque de mélange incompatible : formation cariste -Maintenance et contrôles périodiques des équipements : solidité des contenants, Vérification du matériel de manutention, contrôle technique, plan de vieillissement -Engins de manutention adaptés -Séparation des déchets par natures notamment par incompatibilité -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux incendie, RIA)	-DéTECTEURS de gaz et fumées -Etanchéité du sol : dalle béton des aires de déchargement et de tri et du bâtiment couvert et fermé - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Limitation des capacités des contenants	2	Rapide	Rapide	4	négligeable		
11	Mélange incompatible lors du déchargement, du tri et/ou du regroupement	Thermique	Aires de déchargement et de tri	Déchets solides conditionnés ou en vrac	- Erreur humaine de l'opérateur -Mélange en cas de déversement accidentel (scénarii précédents)	1	-Réaction exothermique / départ d’incendie	2	2	Similaires à celles du scénario précédent	-Etanchéité du sol : dalle béton des aires de déchargement et de tri et du bâtiment couvert et fermé '-DéTECTEURS de gaz et fumées - Matériel absorbant (pour déversement de faible ampleur) -Limitation des capacités des contenants -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	4	négligeable		
12	Incendie lors du tri des déchets	Thermique	Aires de tri	Déchets solides conditionnés ou en vrac	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	4	-Incendie aux niveaux des aires de tri de déchets solides conditionnés ou vrac -Plusieurs aires de tri dans le bâtiment -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	3	12	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -Limitation des capacités : aires de tri -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	24	tolérable		
13	Incendie lors du tri des déchets	Pollution par eaux d'extinction	Aires de tri	Déchets solides conditionnés ou en vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie aux niveaux des aires de tri de déchets solides conditionnés ou vrac -Plusieurs aires de tri dans le bâtiment -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	3	12	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	24	tolérable		
14	Incendie lors du tri des déchets	Toxique	Aires de tri	Déchets solides conditionnés ou en vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie aux niveaux des aires de tri de déchets solides conditionnés ou vrac -Plusieurs aires de tri dans le bâtiment -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques mais faibles quantités (aires de tri)	2	8	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Limitation des capacités : aires de tri -Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	16	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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'attente				
15	Incendie des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Thermique	Aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Déchets solides conditionnés ou en vrac	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	4	-Incendie aux niveaux des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs -Plusieurs aires dans le bâtiment et en extérieur -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	4	16	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment et aires extérieures -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
16	Incendie des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Pollution par eaux d'extinction	Aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Déchets solides conditionnés ou en vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie aux niveaux des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs -Plusieurs aires dans le bâtiment et en extérieur -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	4	16	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
17	Incendie des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Toxique	Aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs	Déchets solides conditionnés ou en vrac	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie aux niveaux des aires d'entreposage de déchets : multi-secteurs -Plusieurs aires dans le bâtiment et en extérieur -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques	2	8	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	16	tolérable		
18	Explosion au niveau des aires d'entreposage de déchets inflammables	Surpression	Aires d'entreposage de déchets inflammables	Déchets solides conditionnés ou en vrac	-Accumulation de gaz et vapeurs de déchets liquides inflammables -Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.)	2	-Formation d'une atmosphère explosible puis embrasement et effets de surpression -Risque ATEX limité : a proximité immédiate des installations sur de faibles volumes au regard du pré-zonage réalisé	3	6	-Ventilation des locaux et secteurs concernés -Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'une source d'ignition (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Dispositions constructives -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Lente	12	tolérable		
Opérations de broyage d'EMS et/ou de déchetage de plastiques																		
19	Incendie au niveau du broyeur d'Emballages et Matériaux Souillés (EMS)	Thermique	Broyeur EMS	Déchets solides en mélange	-Echauffement lié au broyage - Autres sources d'ignition : intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc. -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	5	-Incendie au niveau du broyeur EMS et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	3	15	-Brumisation de la chambre de broyage et système d'extinction automatique -Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (équipements constituant le broyeur, engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -Limitation des capacités : chambre de broyage -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : système d'extinction automatique du broyeur et sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	30	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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'attente				
20	Incendie au niveau du broyeur d'Emballages et Matériaux Souillés (EMS)	Pollution par eaux d'extinction	Broyeur EMS	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	5	-Incendie au niveau du broyeur EMS et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	2	10	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	20	tolérable		
21	Incendie au niveau du broyeur d'Emballages et Matériaux Souillés (EMS)	Toxique	Broyeur EMS	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	5	-Incendie au niveau du broyeur EMS et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques / très faibles quantités	1	5	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Limitation des capacités : chambre de broyage -Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTeurs de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	10	négligeable		
22	Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval)	Thermique	Aires d'entreposage associées au broyeur EMS	Déchets solides en mélange	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	4	-Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	4	16	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -Limitation des capacités : zones tampon amont / aval -DéTECTeurs de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : système d'extinction automatique du broyeur et sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
23	Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval)	Pollution par eaux d'extinction	Aires d'entreposage associées au broyeur EMS	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	4	16	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
24	Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval)	Toxique	Aires d'entreposage associées au broyeur EMS	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie des aires d'entreposage associées au broyeur EMS (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques / très faibles quantités	2	8	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Limitation des capacités : zones tampon amont / aval -DéTECTeurs de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTeurs de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	16	tolérable		
25	Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques	Thermique	Déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	-Echauffement lié au déchiquetage - Autres sources d'ignition : intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc. -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	5	-Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	3	15	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (équipements constituant le déchiqueteur, engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -Limitation des capacités : chambre de déchiquetage -DéTECTeurs de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	30	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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'atteinte				
26	Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques	Pollution par eaux d'extinction	Déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	5	-Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	2	10	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	20	tolérable		
27	Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques	Toxique	Déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	5	-Incendie au niveau du déchiqueteur de plastiques et le cas échéant de sa trémie d'alimentation -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques / très faibles quantités	1	5	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Limitation des capacités : chambre de déchiquetage -Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	10	négligeable		
28	Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval)	Thermique	Aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	5	-Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	4	20	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -Limitation des capacités : zones tampon amont / aval -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	40	important		
29	Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval)	Pollution par eaux d'extinction	Aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	4	16	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur '-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
30	Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval)	Toxique	Aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques	Déchets solides en mélange	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie des aires d'entreposage associées au déchiqueteur de plastiques (amont et aval) -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : composés potentiellement toxiques / très faibles quantités	2	8	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Limitation des capacités : zones tampon amont / aval -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	16	tolérable		
Utilités et autres installations																		
31	Incendie du stock de contenants vides (en partie en plastique)	Thermique	Stockage de contenants vides	Contenants vides en partie en plastique	-Source d'ignition d'origine diverse (intervention par point chaud non maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, auto-échauffement, échauffement mécanique lors manutention, etc.) -Propagation d'un incendie depuis un autre secteur -Mélange incompatible	4	-Incendie au niveau du stockage de contenants en plastique -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur	4	16	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte, etc.) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Protection foudre -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, poteaux et RIA) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Etanchéité du sol : dalle béton du bâtiment -DéTECTEURS de gaz et fumées -Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		

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		Criticité résiduelle (C=PxGxM)	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) ⁽¹⁾	Mesures de maîtrise des effets (protection) ⁽¹⁾	Cotation de la Maîtrise (M)	Cinétique d'apparition	Cinétique d'attente				
32	Incendie du stock de contenants vides (en partie en plastique)	Pollution par eaux d'extinction	Stockage de contenants vides	Contenants vides en partie en plastique	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie au niveau du stockage de contenants en plastique -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Production consécutive d'eaux d'extinction incendie	4	16	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention : en cas d'incendie d'ampleur ¹-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	32	important		
33	Incendie du stock de contenants vides (en partie en plastique)	Toxique	Stockage de contenants vides	Contenants vides en partie en plastique	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	4	-Incendie au niveau du stockage de contenants en plastique -Effet domino possible : propagation de l'incendie à un autre secteur -Rejets consécutifs de gaz et fumées d'incendie : absence de composés toxiques en quantité	1	4	Similaires à celles du scénario initiateur d'incendie	-Moyens d'alerte des services de secours -Détecteurs de gaz et fumées -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, et RIA / extincteurs) -Moyens de lutte contre les incendies : sprinklage du bâtiment -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	8	négligeable		
34	Incendie de gazole non routier	Thermique	Cuve GNR	Gazole non routier	-Rupture de la cuve puis déversement de l'inventaire de la cuve -Ignition des vapeurs de liquide inflammable (intervention par point chaud mal maîtrisée, malveillance, imprudence d'un fumeur, erreur au dépotage,...)	2	Incendie du contenu de la cuve de GNR	3	6	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de permis de feu, procédure de chargement/déchargement et dépotage, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, interdictions de fumer localisées, procédures d'alerte,...) -Maintenance et contrôles périodiques des équipements pouvant être à l'origine d'un incendie (engins de manutention, équipements électriques) et des moyens de lutte et de détection contre les incendies -Sensibilisation des opérateurs aux risques inhérents à leur poste de travail et formations spécifiques en fonction des tâches exercées. Formation d'une partie du personnel à l'utilisation des moyens de lutte contre les incendies (extincteurs, réserve incendie, poteaux incendie) -Site entièrement clôturé, gardiennage / surveillance en dehors des périodes d'activité	-Moyens d'alerte des services de secours -Moyens de lutte contre les incendies (poteaux incendie, réserve incendie, et extincteurs) internes au site -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Lente	Rapide	12	tolérable		
35	Perte de confinement de la cuve de gazole non routier	Pollution	Cuve GNR	Gazole non routier	-Déversement de l'inventaire de la cuve	2	Pollution de l'environnement (sol, sous-sol, cours d'eau,...)	3	6	-Consignes de sécurité et d'exploitation applicables sur le site (notamment procédure de chargement/déchargement et dépotage, plan de prévention pour l'intervention de sociétés extérieures, procédures d'alerte,...) Zone d'implantation de la cuve peu soumise au passage d'engins ou de camions -Cuve double paroi -Détecteur de fuite	-Réseau de récupération des eaux de ruissellement dirigeant les écoulements vers un bassin de rétention ¹-Bassin de rétention bâché muni d'une vanne de sectionnement permettant d'isoler le milieu de rejet en aval / consigne de fonctionnement de la vanne et formation des opérateurs -Mise à disposition des informations nécessaires au SIS pour faciliter une éventuelle intervention	2	Rapide	Rapide	12	tolérable		

⁽¹⁾ 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



Demande d'autorisation
environnementale –
Etude de Dangers

ANNEXE 3

CARACTERISATION EN INTENSITE DES PHENOMENES DANGEREUX



CHIMIREC Est

Wisches – 67

Centre de transit, regroupement,
tri et de traitement de déchets
d'activités économiques



Rapport n°R22152 - PJ49 – Annexe PJ49
Version du 3 mai 2024

Fiche signalétique

Client

Raison sociale :	CHIMIREC Est – Groupe CHIMIREC
Adresse du siège social :	Zone Industrielle de la Haie Sorette - 54450 Domjevin
Représentant :	Emilie Grandmougin | Directrice CHIMIREC Est

Site

Raison sociale :	CHIMIREC Est
Adresse du site :	Rue de la Mazière - 67130 Wisches
Téléphone :	03.83.76.19.80 (siège de Domjevin)
Activité projetée :	Centre de transit, regroupement, tri et de traitement de déchets d'activités économiques
Interlocuteur en charge du suivi du dossier :	Jonathan GAUDRON | CHIMIREC Est - Directeur Adjoint 03.83.76.67.99 / 06.16.09.11.00 | jgaudron@chimirec.fr

Document

Référence :	R22152 - PJ49
Titre du rapport	Annexe 3 : Caractérisation en intensité des phénomènes dangereux

Numéro de version	Date	Nature des modifications
a	03/05/2024	Version initiale

Bureau d'Etudes Conseil

Rédacteur(s)	Baudouin MAERTENS	Responsable de projet NEODYME
Approbateur	Sylvain GRIAUD	Directeur NEODYME Breizh

© NEODYME

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.	Contexte.....	6
2.	Méthodologie	7
2.1.	Méthode de calcul des flux thermiques : modèle de la flamme solide (corrélation de Thomas)	8
2.2.	Paramètres pour le modèle de la flamme solide	8
2.3.	Estimation des paramètres pour le modèle de la flamme solide	9
2.3.1.	Caractérisation de la géométrie de la flamme	9
2.3.2.	Puissance surfacique rayonnée	11
2.4.	Influence des écrans	14
2.4.1.	Flux thermique sans écran.....	14
2.4.2.	Flux thermique avec un écran en façade.....	14
2.4.3.	Flux thermique avec écran déporté	15
2.5.	Cas particulier des effets thermiques d'un BLEVE	16
3.	Evaluation des effets thermiques	18
3.1.1.	Présentation des scénarios retenus	18
3.1.2.	Hypothèse de calculs	19
3.1.3.	Résultats de la modélisation des flux thermiques.....	19
4.	Caractérisation en intensité des effets de surpression	20
4.1.	Rappel des seuils d'effets de surpression	20
4.2.	Méthodologie de BLEVE	21
4.3.	Méthodologie d'éclatement de capacités	24
4.4.	Evaluation des effets de surpression	24
5.	Caractérisation en intensité des effets toxiques.....	25

Annexes

Annexe 1 -	Fiche scénario Sc5
Annexe 2 -	Fiche scénario Sc15a
Annexe 3 -	Fiche scénario Sc15b
Annexe 4 -	Fiche scénario Sc15c
Annexe 5 -	Fiche scénario Sc15d
Annexe 6 -	Fiche scénario Sc15e
Annexe 7 -	Fiche scénario Sc22
Annexe 8 -	Fiche scénario Sc28
Annexe 9 -	Fiche scénario Sc31
Annexe 10 -	Fiche scénario Sc34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs seuils de référence des effets thermiques. Annexe 2 Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005	7
Tableau 2 : Formules de calcul des distances d'effets thermiques sur l'homme fournies dans la circulaire du 10 mai 2010	17
Tableau 3 : Scénarios présentant des effets thermiques retenus en caractérisation de l'intensité des effets	19
Tableau 4 : Valeurs seuils de référence des effets de surpression. Annexe 2 Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005	20
Tableau 5 : Pressions de rupture en fonction de l'évènement initiateur considéré (selon le Yellow Book du TNO)	23
Tableau 6 : Caractéristiques thermodynamiques des huiles (FLUMilog)	26
Tableau 7 : Données d'entrée du scénario d'incendie d'une cuve d'huiles	27
Tableau 8 : Résultats des effets du scénario d'incendie du contenu d'une des cuves d'huiles déversé dans sa rétention	27
Tableau 9 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes	30
Tableau 10 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes	31
Tableau 11 : Caractéristiques thermodynamiques des huiles (FLUMilog)	33
Tableau 12 : Données d'entrée du scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13	34
Tableau 13 : Résultats des effets du scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13	34
Tableau 14 : Données d'entrée du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2	37
Tableau 15 : Résultats des effets du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2	38
Tableau 16 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'alvéole A7	40
Tableau 17 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'alvéole A7	41
Tableau 18 : Caractéristiques thermodynamiques : palettes LI utilisateur type fioul pour déchets pâteux	43
Tableau 19 : Données d'entrée des scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux	44
Tableau 20 : Résultats des effets des scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux	44
Tableau 21 : Données d'entrée du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse	48
Tableau 22 : Résultats des effets du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse	49
Tableau 23 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3	52
Tableau 24 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3	53
Tableau 25 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs	55
Tableau 26 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs	56
Tableau 27 : Caractéristiques thermodynamiques des hydrocarbures (feuille GTDLI reprise dans FLUMilog)	58
Tableau 28 : Données d'entrée du scénario d'incendie de la réserve de carburants	59
Tableau 29 : Résultats des effets du scénario d'incendie de la réserve de carburants	59

Liste des figures

Figure 1 : Schéma traduisant le concept de facteur de forme	9
Figure 2 : Paramètres à considérer pour la détermination du facteur de forme	12
Figure 3 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer	14
Figure 4 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran en façade	14
Figure 5 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran déporté	15
Figure 6 : Synthèse du flux thermique reçu par une cible en fonction de la distance au foyer selon les 3 cas considérés	15
Figure 7 : Développement du phénomène de BLEVE (d'après S. Shield, 1993)	16
Figure 8 : Mesure de la surpression en fonction du temps lors d'un BLEVE (d'après S. Shield, 1993)	21

Figure 9 : abaque du TNO représentant la décroissance de surpression pour un explosif condensé	22
Figure 10 : Modélisation des distances d'effets scénario d'incendie du contenu d'une des cuves d'huiles déversé dans sa rétention.....	28
Figure 11 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes	32
Figure 12 : Modélisation des distances d'effets scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13	35
Figure 13 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2	39
Figure 14 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'alvéole A7	42
Figure 15 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de pâteux : bennes cour intérieure	45
Figure 16 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de pâteux : benne bâtiment B	46
Figure 17 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse	50
Figure 18 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3	54
Figure 19 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs	57
Figure 20 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de la réserve de carburants	60

1. CONTEXTE

Dans le cadre de son projet de Centre de transit, regroupement, tri et de traitement de déchets d'activités économiques, la société CHIMIREC Est a confié au bureau d'études NEODYME la réalisation d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Sur la base des installations et des activités associées à ce projet et de l'inventaire des produits et des déchets recensés dans le chapitre relatif à l'identification et à la caractérisation des potentiels de danger au sein de l'« Etude de Dangers » du dossier de demande (Pièce Jointe n°49), des scénarios d'accident ont été identifiés lors de l'analyse préliminaire des risques et doivent être étudiés plus en détail.

En effet, les conséquences 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.
- 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 d'effets 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 au sein de l'étude de dangers.

Le présent document, constituant une annexe de l'étude de dangers du dossier de demande d'autorisation environnementale, présente les modélisations des phénomènes dangereux retenus suite à l'Analyse Préliminaire des Risques.

2. METHODOLOGIE

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 ²	Seuil des destructions de vitres significatives
	8 kW/m ²	Seuil des effets domino ⁽¹⁾ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
	16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
	200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Pour les effets sur l'homme	3 kW/m ² ou 600 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	Seuil des effets irréversibles délimitant « la zone de dangers significatifs pour la vie humaine »
	5 kW/m ² ou 1 000 [(kW/m ²) ^{4/3}].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 ² ou 1 800 [(kW/m ²) ^{4/3}].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.

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 :

Φ = radiation moyenne reçue par une cible en kW.m^{-2} ;

Φ_0 = radiation émise à la surface de la flamme en kW.m^{-2} ;

τ = transmission atmosphérique (sans dimension)

F = facteur de forme (sans dimension)

α = coefficient d'absorption de l'élément extérieur (sans dimension)

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.

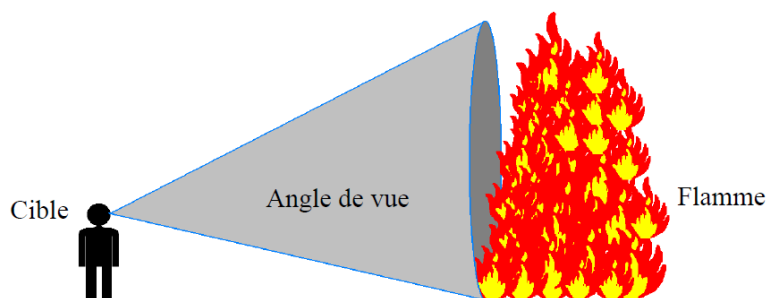


Figure 1 : Schéma traduisant le concept de facteur de forme

2.3. Estimation des paramètres pour le modèle de la flamme solide

2.3.1. Caractérisation de la géométrie de la flamme

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 :

$$D_{eq} = 2 \frac{L' * l}{L' + l}$$

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 ($\text{kg/m}^2/\text{s}$), noté $\dot{m}''$. De manière simplifiée, ce paramètre caractérise la cadence de consommation du combustible par unité de surface au sol.

2.3.1.3. Débit masse surfacique de combustion

Le débit masse surfacique de combustion par unité de surface, $\dot{m}''$, 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 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

ρ = 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.

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 (m^2)

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 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

ρ_a : masse volumique de l'air à température ambiante ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

g : accélération gravitationnelle ($= 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

2.3.2. Puissance surfacique rayonnée

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 α 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)

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_i interceptée par S_k .

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 :

$$F_{1-2} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \left(\frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} \right) + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \left(\frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \right\}$$

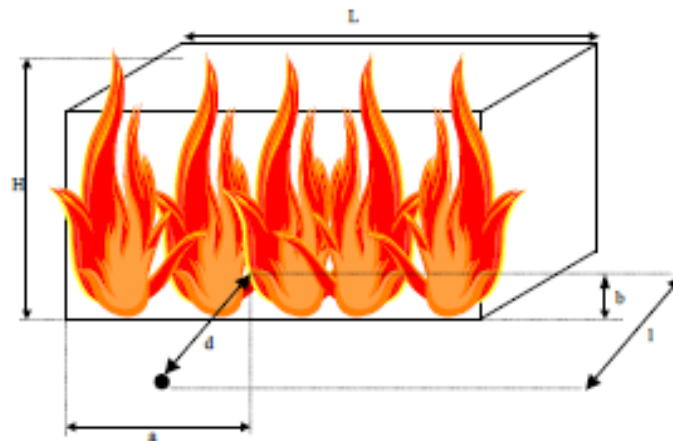


Figure 2 : Paramètres à considérer pour la détermination du facteur de forme

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).

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 :

Φ_O : pouvoir émissif de la flamme (flux radiatif émis) (W/m²)

σ : constante de Stefan-Boltzman - $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ W/m².K⁴

ε : 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/m² pour les grands feux pétroliers (> 2000 m²) (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 :

Φ_O : pouvoir émissif de la flamme (flux radiatif émis) (W/m²)

Deq : diamètre équivalent de la surface en feu (m)

Cette corrélation rend compte de la diminution de Φ_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.

2.4. Influence des écrans

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 :

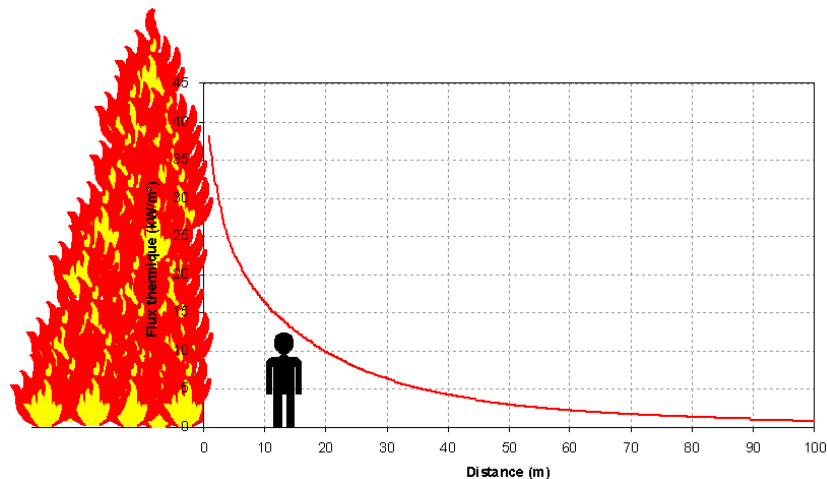


Figure 3 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer

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.

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 :

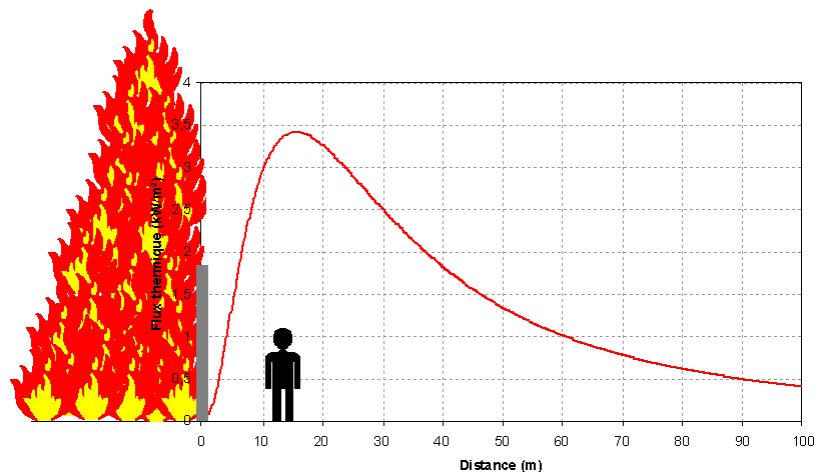


Figure 4 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran en façade

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.

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 :

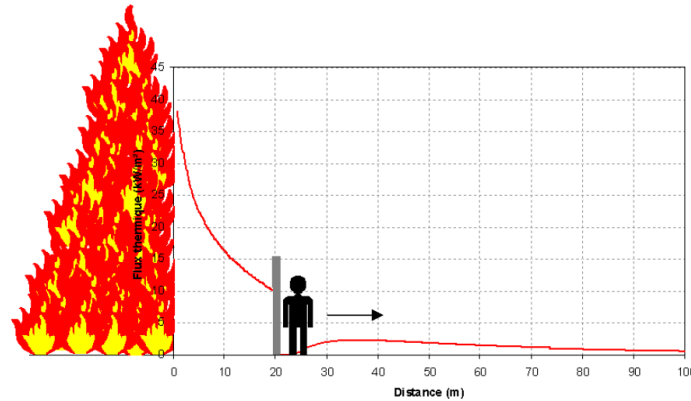


Figure 5 : Evolution du flux thermique en fonction de la distance de la cible par rapport au foyer avec un écran déporté

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 :

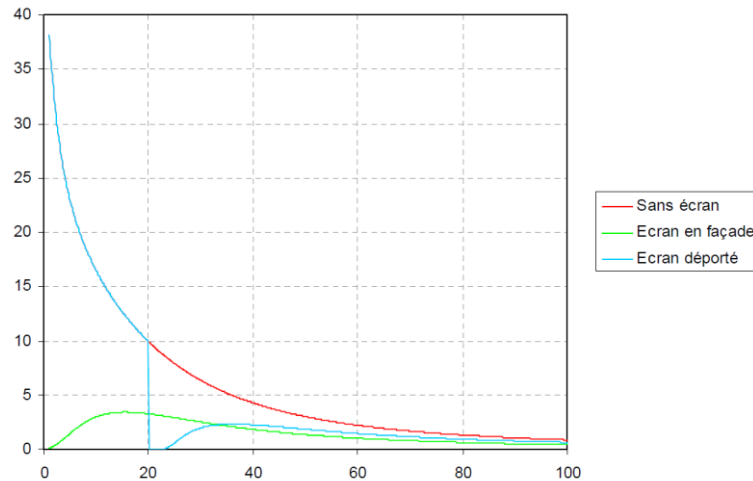


Figure 6 : Synthèse du flux thermique reçu par une cible en fonction de la distance au foyer selon les 3 cas considérés

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.

2.5. Cas particulier des effets thermiques d'un BLEVE

La publication Ω -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) :

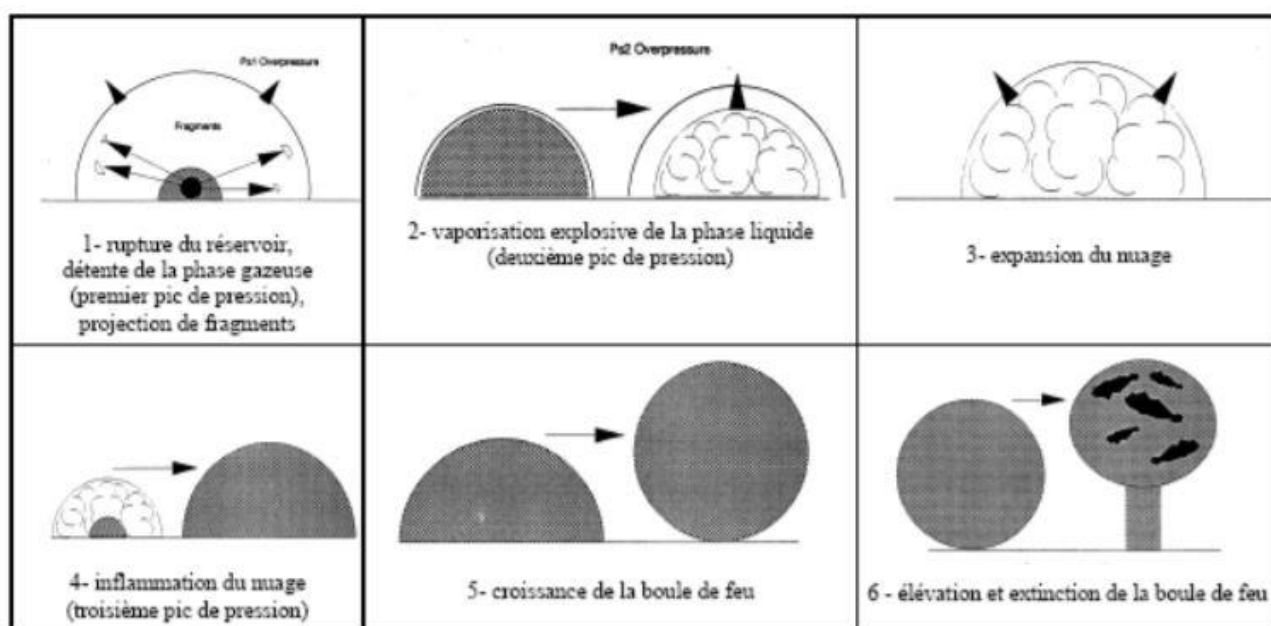


Figure 7 : Développement du phénomène de BLEVE (d'après S. Shield, 1993)

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 kW/m^2). Ces seuils sont rappelés au Tableau 1.

Le guide Ω -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 ²) ^{4/3} .s	$0,81 \cdot M^{0,471}$	$1,28 \cdot M^{0,448}$
Distance d'effet relative au seuil de 1000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	$1,72 \cdot M^{0,437}$	$1,92 \cdot M^{0,442}$
Distance d'effet relative au seuil de 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s	$2,44 \cdot M^{0,427}$	$2,97 \cdot M^{0,425}$

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.

3. EVALUATION DES EFFETS THERMIQUES

Pour la réalisation des calculs, NEODYME 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 ainsi explicitement mentionnée dans plusieurs arrêtés ministériels et, en particulier, dans l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts relevant d'un classement au titre de la rubrique ICPE n°1510.

Cette méthode est également mentionnée dans l'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ICPE relevant de l'enregistrement au titre des rubriques ICPE n°2711, 2713, 2714 et 2716.

En d'autres termes la méthode FLUMilog a été élargie pour les ICPE spécialisées dans la gestion des déchets.

Cette méthode est également mentionnée dans l'arrêté du 01 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux ICPE relevant du régime de l'enregistrement au titre rubriques ICPE n°4331 (stockage de liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la 4330) et 4734 (stockage de produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution).

En d'autres termes la méthode FLUMilog a été élargie pour les stockages de carburants.

Cette utilisation pour les carburants est en réalité transposable pour les liquides inflammables en règle générale via des paramètres thermodynamiques type intégrés dans la méthode.

Les scénarios d'incendie retenus aux termes de l'analyse préliminaire des risques de l'étude de dangers du projet de CHIMIREC Est à Wisches concernent des stockages de déchets combustibles et/ou inflammables, et des utilités, pour lesquels l'utilisation de la méthode FLUMilog est adaptée aux calculs des distances d'effets thermiques associées aux incendies.

Ce point sera développé par fiche scénario par la suite.

Notons que ces distances ont pu être corrélées, au besoin, avec les distances modélisées à partir d'un logiciel développé par le groupe NEODYME en interne sur la base des corrélations détaillées ci-avant.

3.1.1. *Présentation des scénarios retenus*

6 scénarii d'incendie ont été retenus 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. Une partie de ces scénarios sont développés en sous scénarios entraînant, in fine, 10 caractérisations en intensité des phénomènes dangereux.

Tableau 3 : Scénarios présentant des effets thermiques retenus en caractérisation de l'intensité des effets

Scénario	Sous scénario	Description du scénario
Scénario 5		Incendie des cuves de regroupement de déchets d'huiles : cour centrale
Scénario 15	15a	Incendie de déchets non dangereux en bennes : cour centrale du site limite Ouest (parc à bennes)
	15b	Incendie de déchets dangereux inflammables : alvéole A13
	15c	Incendie déchets en attente de tri : alvéole tri EMS et tri pâteux PC : B1 /B2
	15d	Incendie déchets « divers » : A7
	15e	Incendie déchets pâteux bennes : cour centrale
		Incendie déchets pâteux bennes : bâtiment B
Scénario 22		Incendie déchets EMS : fosse bâtiment B
Scénario 28		Incendie déchets d'emballages non souillés : alvéole B3
Scénario 31		Incendie stockage contenants vides : bâtiment C
Scénario 34		Incendie contenu cuve GNR

3.1.2. Hypothèse de calculs

Les risques liés aux stockages de déchets combustibles et de produits inflammables 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, à l'air libre, etc.).

Les propriétés de combustibilité retenues pour ces matériaux sont précisées dans les rapports de calcul édités par le logiciel FLUMilog pour chacun des scénarios.

3.1.3. 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.

4. CARACTERISATION EN INTENSITE DES EFFETS DE SURPRESSION

4.1. Rappel des seuils d'effets de surpression

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 de surpression suivants :

Tableau 4 : Valeurs seuils de référence des effets de surpression. Annexe 2 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 ⁽¹⁾
	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 ⁽²⁾
	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 ⁽³⁾
	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.

4.2. Méthodologie de BLEVE

Les effets de surpression d'un phénomène de BLEVE peuvent être modélisés comme décrit dans la fiche 4 de la circulaire du 10/05/2010.

Pour rappel, le phénomène de BLEVE est un phénomène qui traduit la vaporisation explosive d'un liquide porté à ébullition (voir la description du phénomène au paragraphe 2.5).

Les effets de surpression du phénomène de BLEVE sont multiples. En effet, selon Shield, le développement du BLEVE met en jeu trois pics de pression à des moments différents :

- Premier pic de pression généré par la détente de la phase gazeuse suivant immédiatement la rupture du réservoir.
- Deuxième pic de pression généré par la vaporisation brutale de la phase liquide contenue dans le réservoir suivant immédiatement (quasi-simultanément) le premier pic de pression.
- Troisième pic de pression, plus tardif, correspond à l'inflammation du nuage inflammable qui se transformera ainsi en une boule de feu.

Certains auteurs émettent des réserves sur la nature du second pic de pression. Pour Birk, les deux premiers pics de pression sont dus à un seul et même phénomène.

La circulaire du 10/05/2010 présente un enregistrement de la surpression en fonction du temps mesurée lors d'un phénomène de BLEVE par Shield :

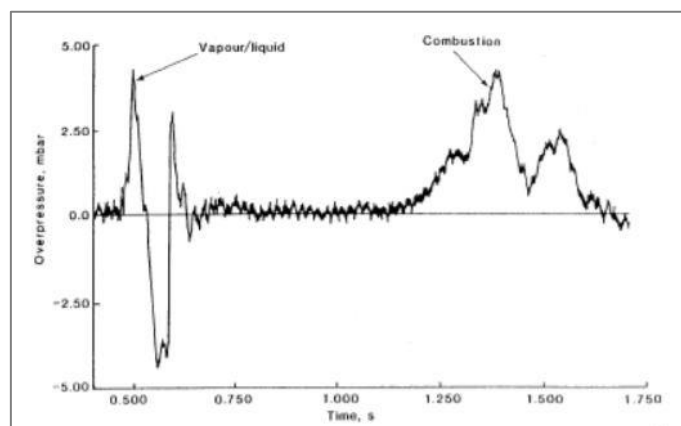


Figure 8 : Mesure de la surpression en fonction du temps lors d'un BLEVE (d'après S. Shield, 1993)

La position de l'auteur du référentiel INERIS sur le phénomène de BLEVE (Ω-5), est de considérer que le second pic est dû à la vaporisation de la phase liquide comme présenté par Shield.

Il est également considéré que ces deux ondes de pressions qui apparaissent très proches dans le temps, ne peuvent pas se cumuler étant donné les phénomènes en jeu. Cette hypothèse est néanmoins à relativiser, étant donné que sur de grandes distances, les ondes peuvent se confondre étant donné la différence de progression cinétique.

Le troisième pic de pression dû à l'inflammation du nuage inflammable possède une vitesse de progression nettement plus faible que les phénomènes de détente du ciel gazeux et de vaporisation de la fraction liquide. Cependant l'énergie libérée par la combustion est plus importante que les deux autres phénomènes (rapport 10), ce qui peut amener à penser que les effets du troisième pic de pression en champ lointain sont plus importants que les deux premiers pics.

Par convention, les effets de surpression d'un BLEVE sont modélisés selon l'énergie libérée lors de la détente du ciel gazeux lors de la rupture du réservoir, pour lequel il est éventuellement possible d'ajouter l'énergie de la vaporisation de la fraction liquide. Le troisième pic de pression constitué par l'énergie libérée par l'inflammation du nuage inflammable est donc négligé dans le modèle.

Pour rappel, et par opposition aux effets thermiques, les effets de surpression enveloppes d'un BLEVE sont atteints lorsque le réservoir possède un faible taux de remplissage.

Pour cette raison, ainsi que du fait de l'absence d'existence d'un modèle suffisamment solide pour caractériser les effets de surpression d'un phénomène de BLEVE, l'INERIS propose, dans son guide Ω -5, de mettre en œuvre les méthodes de modélisation des effets d'éclatements de capacités présentées dans le guide Ω -15.

Ainsi la méthode de Baker proposée au paragraphe 5.3.3 du guide Ω -15 sera utilisée pour modéliser les effets de pression du phénomène de BLEVE du scénario concerné.

Afin de calculer les distances des effets de surpression relatifs à un éclatement de capacité sous pression, on utilise la méthode de « Baker » en champ lointain, décrite notamment dans le guide Ω 15 de l'INERIS. Celle-ci utilise l'abaque ci-dessous, développé par le TNO. Il représente la décroissance de surpression pour un explosif condensé :

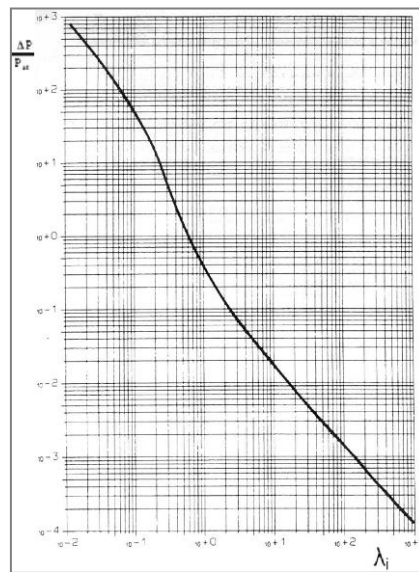


Figure 9 : abaque du TNO représentant la décroissance de surpression pour un explosif condensé

Par l'intermédiaire de cette courbe et à partir des valeurs des seuils réglementaires relatifs aux effets de surpression, à savoir $\Delta P = 50, 140, 200$ et 300 mbar, on déduit dans un premier temps les distances réduites correspondantes :

- Pour $\Delta P = 50$ mbar, $(\Delta P / P_{atm}) = 0,05$ et $\lambda_i = 3,87$
- Pour $\Delta P = 140$ mbar, $(\Delta P / P_{atm}) = 0,14$ et $\lambda_i = 1,82$
- Pour $\Delta P = 200$ mbar, $(\Delta P / P_{atm}) = 0,20$ et $\lambda_i = 1,46$
- Pour $\Delta P = 300$ mbar, $(\Delta P / P_{atm}) = 0,30$ et $\lambda_i = 1,14$

La relation entre la distance réduite (λ_i) et la distance atteinte par les effets de surpression aux seuils réglementaires (d_i) est établie par la formule suivante :

$$\lambda_i = d_i \times \left(\frac{P_{atm}}{E} \right)^{1/3}$$

Où E représente l'énergie de l'onde de pression (en Joules) estimée à l'aide de la relation de Brode :

$$E = 2 \times \frac{V_{gaz} \times (P_{rupt} - P_{atm})}{\gamma - 1}$$

L'abaque de Baker est établi pour des explosions aériennes se propageant dans toutes les directions (géométries totalement sphériques). Or, dans la réalité, les réservoirs éclatent au sol, dans un demi-espace. Ainsi, pour pouvoir utiliser cet abaque, l'énergie de Brode est multiplié par 2 ; d'où la présence d'un facteur 2 dans la relation de Brode.

La pression de rupture représente une donnée essentielle pour l'estimation de l'énergie par la relation de Brode. Afin de la déterminer, il existe des données disponibles dans la littérature ; notamment dans le « Yellow book » du TNO ou encore dans le guide Ω -15 de l'INERIS daté d'octobre 2013 et intitulé « Les éclatements de réservoirs ».

Pour information, le « Yellow Book » propose les pressions de rupture suivantes :

Tableau 5 : Pressions de rupture en fonction de l'évènement initiateur considéré (selon le Yellow Book du TNO)

Situation	Pression lors de la rupture
Corrosion du réservoir, défaillance matérielle, impact externe	Pression de stockage ou de service
Agression thermique (feu externe)	1,21 x Pression d'ouverture des soupapes
Surchauffe (combinée avec la défaillance de la vanne de sécurité)	2,5 x Pression de calcul
Emballement de réaction	2,5 x Pression de calcul
Surremplissage (combiné avec la défaillance de la vanne de sécurité)	2,5 x Pression de calcul
Explosion interne	3 à 4 x Pression initiale pour un mélange gazeux proche de ses limites d'explosion
	8 à 10 x Pression initiale pour un mélange gazeux proche de ses limites d'explosion
Communication entre capacités HP et BP	Pression de capacité HP
Décomposition de matériaux libérant une forte énergie	Utilisation d'abaques

Dans notre cas, nous considérerons une pression de rupture définie par le fournisseur de 17 bar abs.

Finalement, à partir de la première relation entre distances réduites et distances d'effets aux seuils et aux valeurs des distances réduites déterminées précédemment, les formules pour calculer les distances des effets de surpressions aux seuils de 50, 140, 200 et 300 mbar¹ sont :

- $d_{50} = 0,083 (E)^{1/3}$ (en m)
- $d_{140} = 0,039 (E)^{1/3}$ (en m)
- $d_{200} = 0,031 (E)^{1/3}$ (en m)
- $d_{300} = 0,024 (E)^{1/3}$ (en m)

¹ Pour rappel et conformément à l'arrêté du 29/09/2005, la distance d'effet au seuil de 20 mbar (seuil des effets indirects par bris de vitre) est égale au double de la distance des effets irréversibles de 50 mbar.

4.3. Méthodologie d'éclatement de capacités

L'oméga 15 de l'INERIS « Rapport d'étude du 17/10/2013 - N° DRA-12-125630-04945B » a pour objectif la « formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs - Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets - Ω 15 ».

Ce document présente une synthèse de l'état des connaissances sur le phénomène d'éclatement de capacités, comme par exemple les stockages atmosphériques ou sous pression, présentant une phase gazeuse sous pression au moment de la rupture. L'éclatement peut être dû à une augmentation de la pression dans la capacité ou à une dégradation de ses propriétés mécaniques.

L'Ω 15 est adapté aux capacités susceptibles « de contenir, de façon usuelle ou accidentelle, une phase gazeuse sous pression est concernée par ce document. Parmi ces capacités, on peut citer les bacs de stockage atmosphérique, les citernes mobiles et cuves de stockage de liquides inflammables, les citernes mobiles et réservoirs de gaz liquéfiés sous pression, les équipements sous pression, les réacteurs et autres capacité sous pression ».

L'Ω 15 précise que pour les « bacs atmosphériques de liquide inflammable », le phénomène de pressurisation de bac et les vapeurs associées peut entraîner un double phénomène thermique via une « boule de feu », et de surpression.

Ces deux phénomènes dangereux, en cas de pressurisation de bac, sont également cités par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Les valeurs seuils de surpression et thermiques (SEI / SEL / SELS notamment) ont été précisés précédemment et ne seront pas rappelés.

4.4. Evaluation des effets de surpression

Aucun scénario de surpression 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).

5. 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 Sc5

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie du contenu d'une des cuves de regroupement de déchets d'huiles implantées dans la cour centrale du site, suite à la rupture totale ou partielle et au déversement de son contenu dans la rétention sous-jacente (scénario n°5 de l'APR).

Dans les faits, 8 cuves seront implantées dans ce secteur dont 5 d'huiles, 2 d'eaux souillées et 1 de liquide de refroidissement, d'un volume unitaire de 65 m³. L'huile présentant, parmi ces produits, les caractéristiques de dangers les plus importantes pour l'incendie, ce produit sera retenu.

Le scénario considérant la rupture de l'ensemble des cuves de manière simultanée n'étant pas raisonnablement envisageable, seul le contenu d'une cuve sera retenu.

La rupture de la cuve d'huile, ou de l'un de ses équipements de sécurité, pourrait avoir plusieurs causes dont la plus probable serait un choc mécanique assez violent causé par une erreur de circulation d'un camion-citerne ravitailleur notamment, ou un engin de manutention interne.

Suite à cette rupture, et au déversement du contenu de la cuve dans sa rétention, le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer à la fois la cause (rupture de la cuve) et la source d'ignition à l'origine du départ de feu.

Les caractéristiques thermodynamiques des liquides inflammables sont préenregistrées dans les paramètres internes de la méthode FLUMilog.

En effet, la méthode FLUMilog qui a été construite autour de modèles de feu de combustibles solides s'est étendue à partir de 2015 aux feux de liquides inflammables par l'intégration d'un module dédié (accessible en sollicitant directement l'INERIS en état actuel).

Le modèle de calcul des flux thermiques liés à la combustion de liquides inflammables intégré dans l'interface FLUMilog est celui de la feuille de calcul du GTDLI « Groupe de Travail consacré aux Dépôts de Liquides Inflammables » (INERIS 31652).

Les hypothèses issues de cette feuille de calcul ont été extraites et intégrées dans FLUMilog.

De cette feuille de calcul ont également été extraites et intégrées dans l'interface les caractéristiques thermodynamiques de différents types de liquides inflammables, dont les huiles. Les caractéristiques thermodynamiques des huiles intégrées dans FLUMilog sont les suivantes.

Tableau 6 : Caractéristiques thermodynamiques des huiles (FLUMilog)

Vitesse de combustion	Chaleur de combustion
39 g/m ² /s	46,4 MJ/kg

• Données d'entrée

Chaque cuve d'huile aura une capacité totale de 65 m³. La densité de ces déchets est de 0,9, toutefois de manière majorante, la quantité considérée est de 65 tonnes.

Les différentes cuves seront regroupées dans 2 rétentions distinctes (4 cuves par rétention). Toutefois pour la modélisation, il sera considéré 1 surface totale en feu afin de permettre de prendre en compte les dispositions constructives des parois Est et Sud érigées en murs coupe-feu 2 heures.

La modélisation considère de manière pénalisante le feu de l'ensemble de la nappe suite à une rupture totale de la cuve dans la rétention "totale".

Tableau 7 : Données d'entrée du scénario d'incendie d'une cuve d'huiles

Hypothèses de la modélisation	
Zone en feu	Longueur : 22,5 m / Largeur : 12 m
Quantité de liquide inflammable	65 tonnes (de manière majorante)

• Résultats des calculs de modélisation

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie du contenu d'une des cuves d'huiles déversé dans la rétention dans la cour centrale du site (scénario n°5 de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 8 : Résultats des effets du scénario d'incendie du contenu d'une des cuves d'huiles déversé dans sa rétention

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMillog		
	Face Nord	Face Ouest	Faces Est et Sud (mur REI 120)
SEI : 3 kW/m ²	23,5 m	17,5 m	Absence d'effets (murs REI 120)
SEL : 5 kW/m ²	17 m	13 m	
SELS : 8 kW/m ²	13 m	10 m*	
12 kW/m ²	10 m*	10 m*	
15 kW/m ²	10 m*	5 m*	

* : La méthode Flumillog 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. Ce cas n'est pas rencontré dans la présente modélisation.

Ces résultats ont été obtenus en prenant en considération les murs coupe-feu REI 120 toute hauteur (+ 0,70 cm par rapport à la hauteur des bâtiments A et C attenants), comme dit dans les hypothèses ci-avant.

• Cartographie des distances d'effet

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMillog, sont illustrées sur la figure suivante.

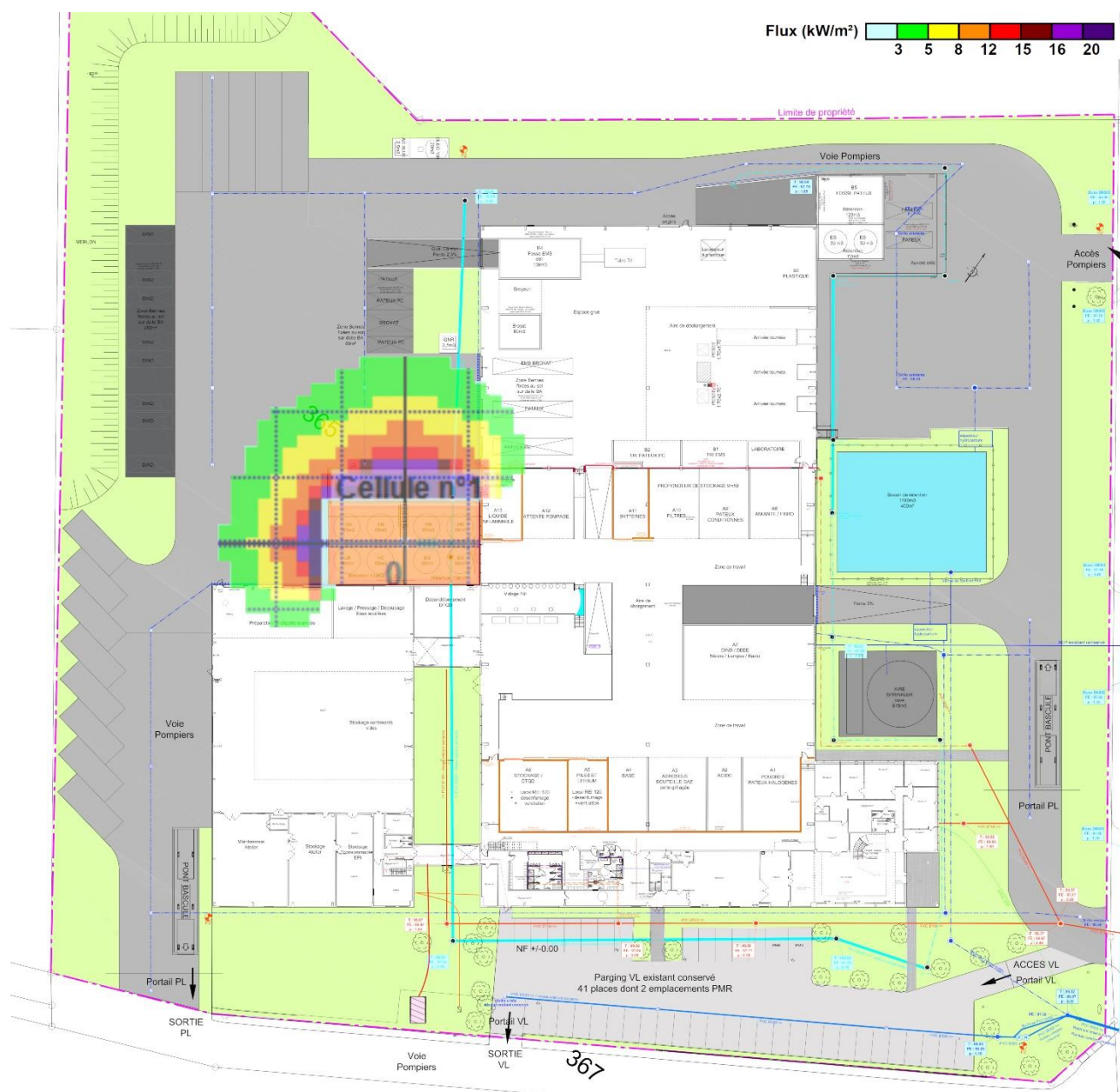


Figure 10 : Modélisation des distances d'effets scénario d'incendie du contenu d'une des cuves d'huiles déversé dans sa rétention

- **Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) n'atteint aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, ni aucune installation ou équipement fixe, internes au site.

En effet, l'aménagement de murs coupe-feu REI 120 en bordure Est et Sud de la rétention des cuves permet de protéger les bâtiments A et C adjacents dans ces directions, et empêchent ainsi les effets dominos de cet incendie sur les installations et équipements à aménager dans ces bâtiments.

Notons à cet égard que le mur coupe-feu Est sera édifié jusqu'à rejoindre le mur coupe-feu existant séparant les bâtiments A et B. Cette longueur totale ne peut pas être prise en compte dans Flumilog sauf à considérer une zone en feu sur l'ensemble de cette emprise. En prenant en compte cette longueur totale réelle, aucun effet ne sera susceptible d'atteindre le bâtiment Est adjacent.

Par ailleurs, rappelons que de « l'autre côté » de ce mur, la cellule A13 « liquides inflammables » sera ceinturée par des parois verticales (murs) et horizontales (plafond) coupe-feu 2 heures (comme cela sera décrit par la suite).

Ainsi, ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 2 - Fiche scénario Sc15a

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux regroupés en bennes à aménager dans la cour centrale du site dans sa limite Ouest (parc à bennes) (scénario n°15a de l'APR).

Ce scénario n°15 concerne, de manière non spécifique, un incendie d'entreposage de déchets combustibles / inflammables sur le site et est, par conséquent, développé en sous-scénario, dont le « a » présentement.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu.

Ce départ de feu pouvant provoquer une montée en température localisée au niveau d'une benne, et l'embrasement consécutif de son intégralité, qui se transmettrait à l'ensemble des autres bennes si des distances insuffisantes ne les séparaient pas.

Les déchets présents dans ces bennes auront déjà été triés. Ces déchets non dangereux seront regroupés par familles : bois, cartons / papiers, plastiques, métaux, etc. dans des bennes distinctes. Par défaut, de façon majorante pour ce scénario, l'intégralité des bennes est supposée contenir des déchets issus de plastiques.

La méthode FLUMilog est explicitement citée dans les AMPG relatifs aux ICPE spécialisées dans le transit de déchets et notamment dans l'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri relevant du régime de la déclaration au titre des rubriques n°2711 / 2713 / 2714 et 2716, en vue de déterminer les distances d'effets des incendies dans ce type d'installations. Bien que les entreposages de déchets non dangereux n'atteignent pas les seuils minimums de classement fixés pour ces rubriques (donc non classées), cette méthode est adaptée à la situation.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, et par extension les déchets issus de tels matériaux, donc adapté à ce scénario.

• Données d'entrée

Les données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux regroupés en bennes à aménager dans la cour centrale du site dans sa limite Ouest (parc à bennes) sont les suivantes.

Tableau 9 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes

Hypothèses de la modélisation	
Zone en feu	Longueur : 20 m / Largeur : 6,5 m / Hauteur : 2,5 m

Pour la modélisation, il a été considéré que les 8 bennes seraient « collées » les unes aux autres, alors que dans la réalité de l'exploitation (comme visible sur le plan de masse ICPE), ces bennes seront regroupées par natures de déchets et éloignées des autres natures de déchets. Pour la modélisation la zone en feu se compose d'un ilot unique composé du volume cumulé de 8 bennes.

Par ailleurs, pour cette modélisation, le merlon existant situé en limite Ouest de la parcelle a été pris en compte et pour cause puisque ce merlon sera conservé, celui-ci constituant un élément important pour les perceptions paysagères et la biodiversité. Un recul de 10 m à l'Ouest des bennes, et une hauteur de 3 m, ont été retenus pour ce merlon. Enfin, ce stockage se fera à l'air libre au sens de la méthode FLUMilog.

- Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes à aménager dans la cour centrale du site dans sa limite Ouest (parc à bennes) (scénario n°15a de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 10 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog		
	Longueur (Est)	Longueur (Ouest) – Présence merlon	Largeur (Nord-Sud)
SEI : 3 kW/m ²	17,5 m	Arrêté par le merlon à 10 m	10 m*
SEL : 5 kW/m ²	13,5 m		10 m*
SELS : 8 kW/m ²	10 m*		5 m*
12 kW/m ²	5 m*	6 m	5 m*
15 kW/m ²	5 m*	5 m*	5 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.

Ces résultats ont été obtenus en prenant en considération le merlon, tel que décrit dans les hypothèses ci-avant, puisque sa pérennité est assurée.

- Cartographie des distances d'effet**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

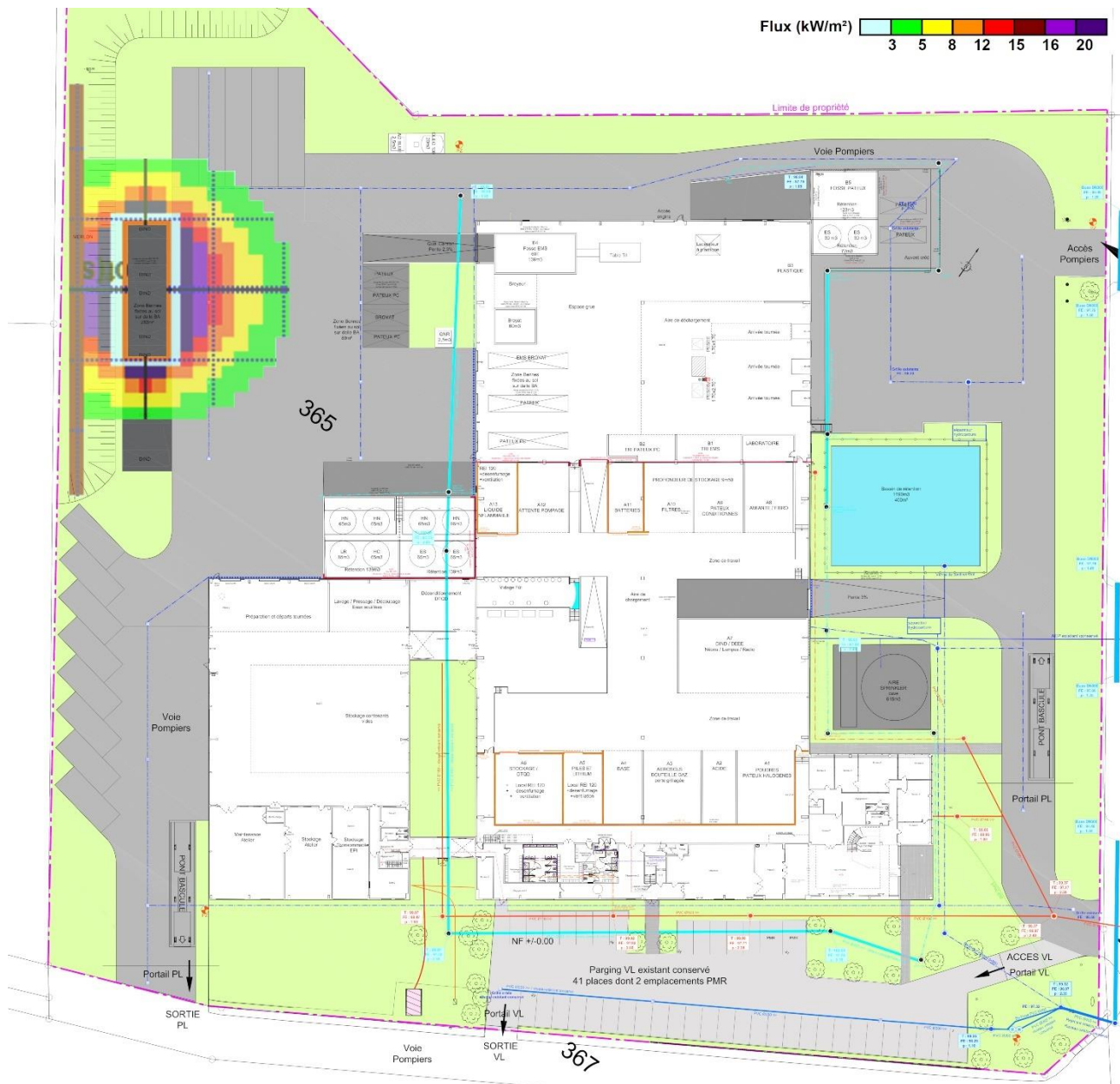


Figure 11 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets non dangereux en bennes

- **Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site, et notamment vers l'Ouest du fait de la présence du merlon.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) n'atteint aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, ni aucune installation ou équipement fixe, internes au site.

Ainsi, ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 3 - Fiche scénario Sc15b

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de l'entreposage de déchets dangereux inflammables regroupés dans une alvéole dédiée (alvéole A13) dans la partie A de l'ensemble bâtementaire (scénario n°15b de l'APR).

Ce scénario n°15 concerne, de manière non spécifique, un incendie d'entreposage de déchets combustibles / inflammables sur le site et est, par conséquent, développé en sous-scénario, dont le « b » présentement.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu, bien que cela paraisse moins envisageable, ce secteur étant dans un bâtiment couvert et fermé.

Ce départ de feu pourra provoquer une montée en température localisée au niveau d'un secteur de l'alvéole, et l'embraseement consécutif de son intégralité.

Les déchets présents au niveau de cette alvéole auront déjà été triés, et présenteront les mêmes caractéristiques de dangers que les liquides inflammables dont ils sont issus.

Les caractéristiques thermodynamiques des liquides inflammables sont préenregistrées dans les paramètres internes de la méthode FLUMilog.

En effet, la méthode FLUMilog qui a été construite autour de modèles de feu de combustibles solides s'est étendue à partir de 2015 aux feux de liquides inflammables par l'intégration d'un module dédié (accessible en sollicitant directement l'INERIS en état actuel).

Le modèle de calcul des flux thermiques liés à la combustion de liquides inflammables intégré dans l'interface FLUMilog est celui de la feuille de calcul du GTDLI « Groupe de Travail consacré aux Dépôts de Liquides Inflammables » (INERIS 31652).

Les hypothèses issues de cette feuille de calcul ont été extraites et intégrées dans FLUMilog.

De cette feuille de calcul ont également été extraites et intégrées dans l'interface les caractéristiques thermodynamiques de différents types de liquides inflammables, et notamment une palette LI (Liquides Inflammables) dont les caractéristiques thermodynamiques sont les suivantes.

Tableau 11 : Caractéristiques thermodynamiques des huiles (FLUMilog)

Vitesse de combustion	Chaleur de combustion
55 g/m ² /s	40 MJ/kg

• Données d'entrée

L'avéole A13 permettra de regrouper des déchets issus de produits inflammables conditionnés.

La modélisation considère de manière pénalisante le feu de l'ensemble de la nappe formée suite au déversement de l'intégralité de la quantité de liquides inflammables susceptible d'être regroupée dans cette alvéole.

Tableau 12 : Données d'entrée du scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13

Hypothèses de la modélisation	
Zone en feu	Longueur : 10,5 m / Largeur : 6 m
Quantité de liquide inflammable	50 tonnes

Pour la modélisation, il a été considéré cette alvéole comme distincte de l'ensemble bâtementaire dans lequel elle sera aménagée.

• Résultats des calculs de modélisation

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de déchets dangereux inflammables dans l'alvéole A13 (scénario n°15b de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 13 : Résultats des effets du scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog	
	Longueur (Est - Ouest)	Largeur (Nord – Sud)
SEI : 3 kW/m ²	17,5 m	13,5 m
SEL : 5 kW/m ²	13,5 m	10 m*
SELS : 8 kW/m ²	10 m*	10 m*
12 kW/m ²	10 m*	10 m*
15 kW/m ²	10 m*	5 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.

Ces résultats ont été obtenus en prenant en considération des parois coupe-feu 2 heures sur les quatre faces verticales (3 murs et 1 porte coupe-feu) mais aussi en paroi haute (dalle béton constituant la toiture).

• Cartographie des distances d'effet

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

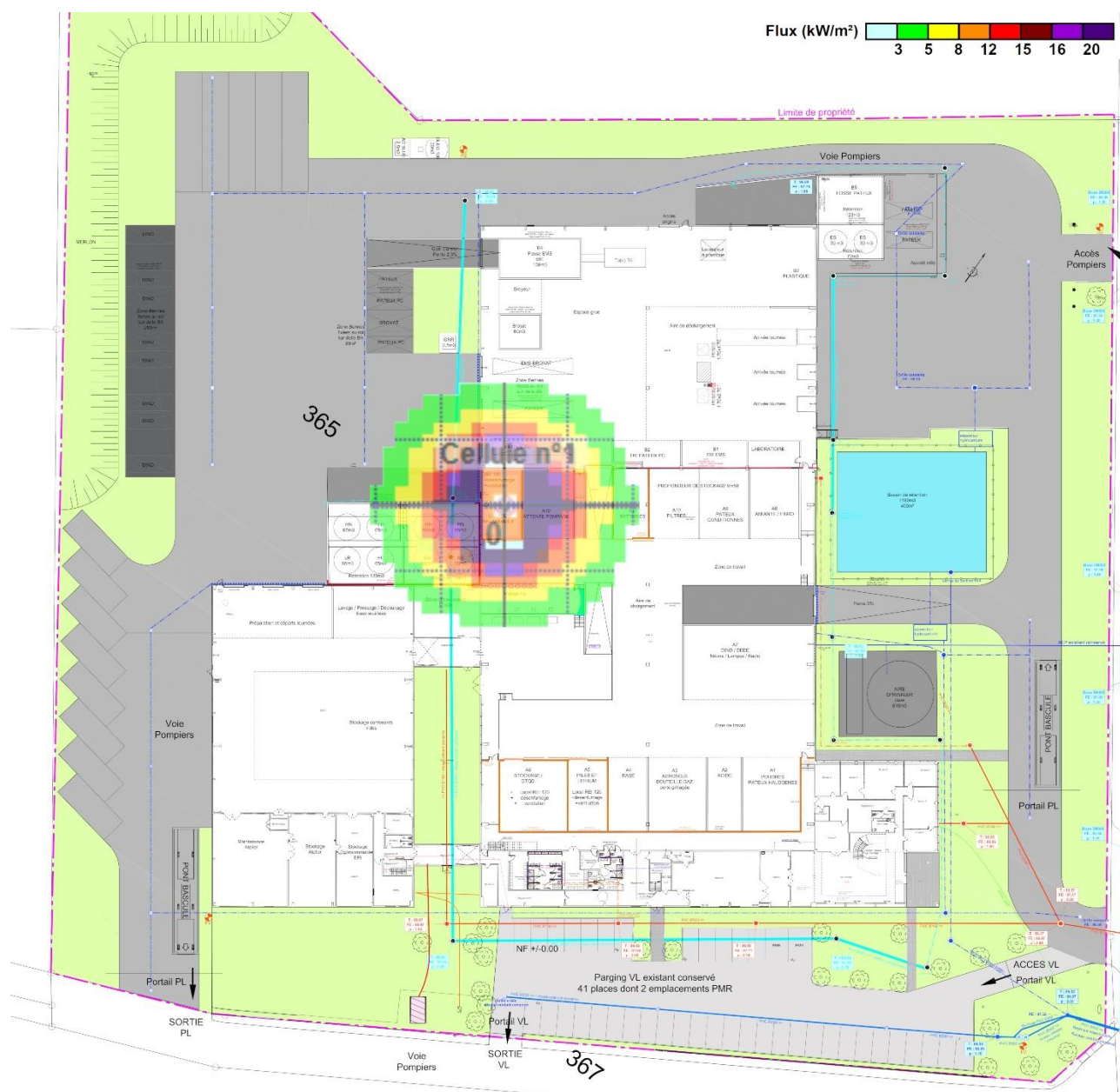


Figure 12 : Modélisation des distances d'effets scénario d'incendie de liquides inflammables : alvéole A13

- **Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, dans les conditions de la modélisation, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) est susceptible d'atteindre d'autres zones de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles internes au site, et notamment les bennes de déchets bateaux dans le bâtiment B et la zone de regroupement en cuves des huiles et autres déchets liquides en extérieur.

Toutefois, ces distances sont atteintes en ne prenant pas en compte le mur coupe-feu 2 heures toute hauteur qui sépare et séparera les bâtiments A et B, ni le mur REI 120 qui sera aménagé en faces Est et Sud de la rétention des

cuves. En effet il n'est pas possible de considérer 2 écrans coupe-feu sur Flumilog et les hypothèses de modélisation prennent déjà en compte les parois coupe-feu 2 heures (verticales et horizontales) de la cellule A13.

Aussi, dans ces deux directions, les distances d'effets seront bien moindres.

Ainsi, en prenant en compte ces éléments, ce scénario ne semble pas devoir représenter un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques. A l'inverse, et comme cela a été détaillé dans le scénario Sc5, les effets dominos (8 kW/m²) de l'incendie des cuves extérieures de regroupement d'huiles ne seraient pas susceptibles d'être à l'origine d'un foyer d'incendie sur l'alvéole A13.

Annexe 4 - Fiche scénario Sc15c

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de la double alvéole contiguë de tri des EMS et des pâteux PC, dites B1 et B2, aménagée dans la partie Sud de la partie B de l'ensemble bâtementaire (scénario n°15c de l'APR).

Ce scénario n°15 concerne, de manière non spécifique, un incendie d'entreposage de déchets combustibles / inflammables sur le site et est, par conséquent, développé en sous-scénario, dont le « c » présentement.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu, bien que cela paraisse moins envisageable, ce secteur étant dans un bâtiment couvert et fermé.

Ce départ de feu pourra provoquer une montée en température localisée au niveau d'un secteur de l'alvéole, et l'embrasement consécutif de son intégralité, puis de l'alvéole attenante.

Les déchets présents au niveau de ces alvéoles seront à trier. Ces déchets se composeront (B1) d'emballages et de matériaux souillés de déchets vides en petits contenants de l'ordre du litre à quelques dizaines de litres. La majorité de ces déchets sera ainsi composé des emballages plus que des résidus et ainsi ces déchets seront assimilés à du plastique comme décrit dans un scénario suivant (fosse EMS), et de pâteux (B2) composés par exemple de boues de peinture ou encore de graisse de séparateurs.

Les caractéristiques thermodynamiques de ces secondes ne sont pas connues. Par défaut, et de manière supposée comme pénalisante, ces déchets seront assimilés à des déchets de plastiques.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, et par extension les déchets issus de tels matériaux, retenue dans ce scénario.

• Données d'entrée

Les données d'entrée du scénario d'incendie de la double alvéole contiguë de tri des EMS et des pâteux PC (B1 + B2) sont les suivantes.

Tableau 14 : Données d'entrée du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2

Hypothèses de la modélisation	
Zone en feu	Longueur : 20 m / Largeur : 4 m / Hauteur : 2 m

Pour la modélisation, il a été considéré que cette fosse serait « à l'air libre » et non intégrée dans l'ensemble bâtementaire du site. En effet, par la méthode FLUMilog il n'est pas possible de positionner plusieurs zones de stockages distinctes ayant des dimensions et retraits des parois distinctes dans un même bâtiment.

Toutefois, dans cette hypothèse « à l'air libre », il n'est pas possible de positionner un mur coupe-feu. Pour y remédier, le mur coupe-feu séparant les bâtiments A et B sera assimilé à un merlon (de 10 m de hauteur) faisant le même office d'écran thermique.

Par ailleurs, les dispositions constructives des alvéoles en elle-même, en béton pour retenir leur contenu, qui possèdent par définition un caractère « coupe-feu », ne sont pas prises en compte.

- Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de la double alvéole contiguë de tri des EMS et des pâteaux PC (B1 + B2) (scénario n°15c de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 15 : Résultats des effets du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog		
	Largeur (Est-Ouest)	Longueur (Nord)	Longueur (Sud) (mur REI 120)
SEI : 3 kW/m ²	5 m*	14 m	Absence d'effets (mur REI 120 assimilé à un merlon)
SEL : 5 kW/m ²	5 m*	10 m	
SELS : 8 kW/m ²	5 m*	5 m*	
12 kW/m ²	5 m*	5 m*	
15 kW/m ²	5 m*	5 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.

Ces résultats ont été obtenus en prenant en considération un merlon de 10 m en limite Sud de la double alvéole représentant le mur coupe-feu toute hauteur séparant en état actuel comme futur les bâtiments A et B.

A contrario, ces résultats ne prennent pas en considération la résistance des parois des alvéoles.

- Cartographie des distances d'effet**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

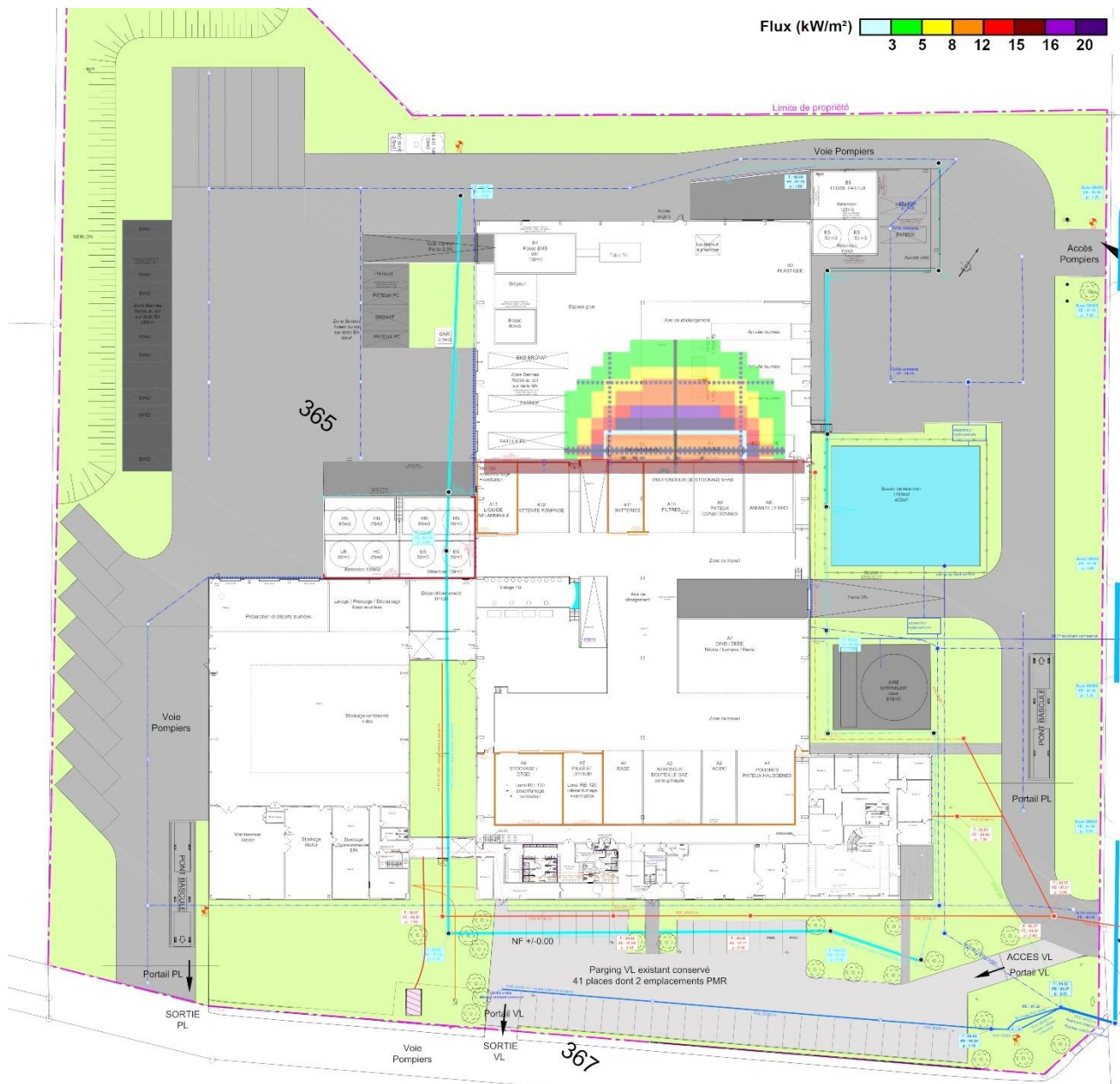


Figure 13 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de la double alvéole B1 / B2

• Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) n'atteint aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, ni aucune installation ou équipement fixe, internes au site.

Ainsi, ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 5 - Fiche scénario Sc15d

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de l'alvéole de regroupement de déchets « divers », dite A7, aménagée dans la partie centrale de la partie A de l'ensemble bâtementaire (scénario n°15d de l'APR).

Ce scénario n°15 concerne, de manière non spécifique, un incendie d'entreposage de déchets combustibles / inflammables sur le site et est, par conséquent, développé en sous-scénario, dont le « d » présentement.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu, bien que cela paraisse moins envisageable, ce secteur étant dans un bâtiment couvert et fermé.

Ce départ de feu pourra provoquer une montée en température localisée au niveau d'un secteur de l'alvéole, et l'embrasement consécutif de son intégralité.

Les déchets présents au niveau de cette alvéole présenteront une relative diversité et pourront notamment être : des radiographies et films, des DEEE y compris des tubes, néons et lampes, mais aussi des déchets de bois, d'huiles alimentaires, de médicaments, de pare-brise (matériaux en plastiques), de métaux, etc.

Ces déchets présentent des caractéristiques thermodynamiques très variables. Par défaut, et de manière très pénalisante, ces déchets seront assimilés à des déchets de plastiques.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, et pas extension les déchets issus de tels matériaux, retenue dans ce scénario.

• Données d'entrée

Les données d'entrée du scénario d'incendie de l'alvéole de regroupement de déchets A7 sont les suivantes.

Tableau 16 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'alvéole A7

Hypothèses de la modélisation	
Alvéole A7	Longueur : 20 m / Largeur : 11 m / Hauteur : 2 m
Zone en feu	12 ilots de 2 m x 2 m x 2 m

Pour la modélisation, il a été considéré que cette alvéole serait « à l'air libre » et non intégrée dans l'ensemble bâtementaire du site. En effet, par la méthode FLUMilog il n'est pas possible de positionner plusieurs zones de stockages distinctes ayant des dimensions et retraits des parois distinctes dans un même bâtiment.

Toutefois, dans cette hypothèse « à l'air libre », il n'est pas possible de positionner un mur coupe-feu. Ainsi, les dispositions constructives de l'alvéole en elle-même, en béton, qui possèdent par définition un caractère « coupe-feu », ne sont pas prises en compte.

- Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de l'alvéole de regroupement de déchets A7 (scénario n°15d de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 17 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'alvéole A7

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog		
	Largeur (Est-Ouest)	Longueur (Nord)	Longueur (Sud)
SEI : 3 kW/m ²	10 m*	13,5 m	14 m
SEL : 5 kW/m ²	5 m	11,5 m	11,5 m
SELS : 8 kW/m ²	5 m*	7,5 m	8 m
12 kW/m ²	5 m*	5 m*	5 m*
15 kW/m ²	5 m*	5 m*	5 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.

Ces résultats ont été obtenus sans prendre en considération la résistance des parois des alvéoles.

- Cartographie des distances d'effet**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

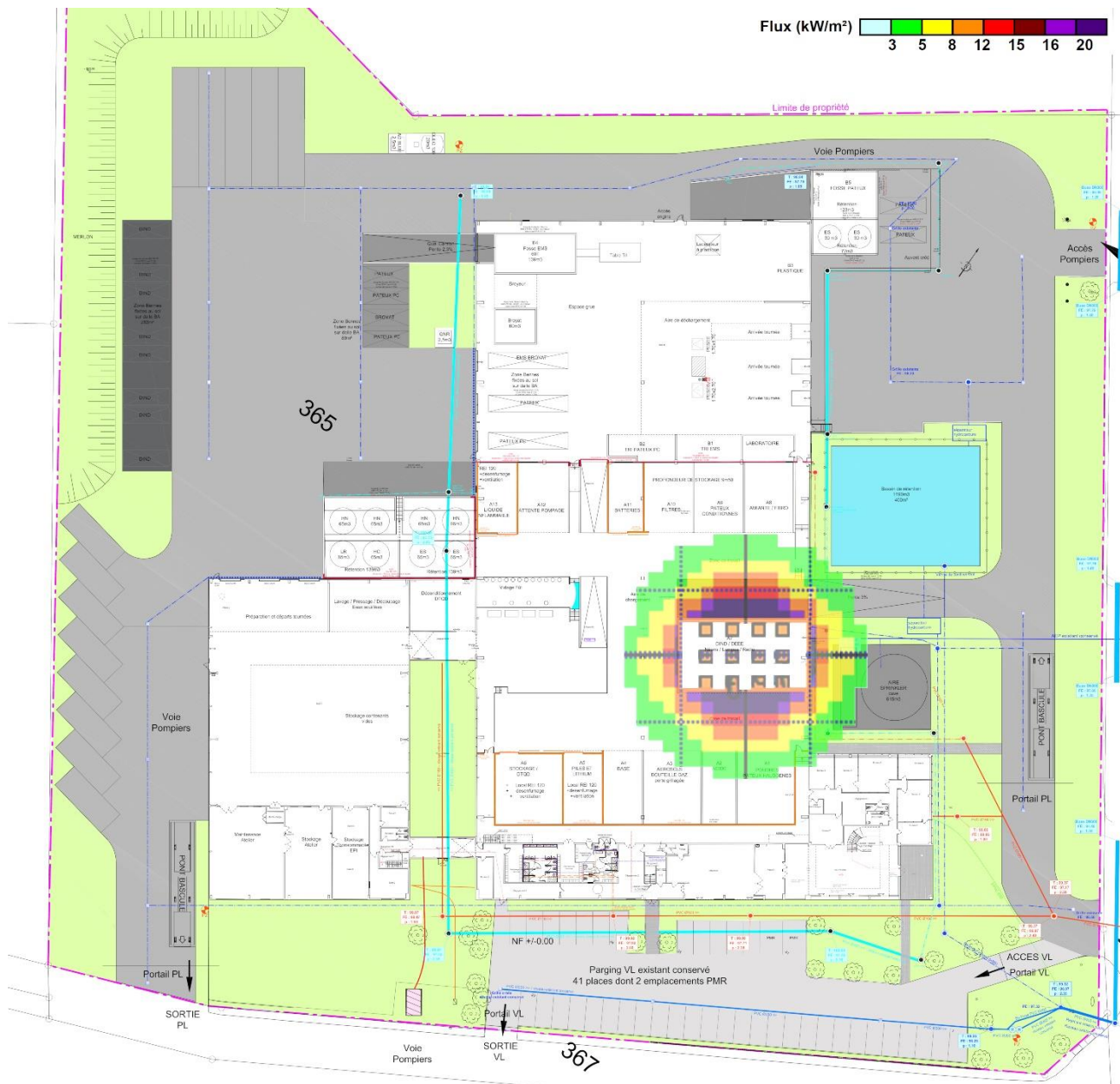


Figure 14 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'alvéole A7

• Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) n'atteint aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, ni aucune installation ou équipement fixe, internes au site, et notamment les secteurs des alvéoles Nord et Sud du bâtiment A.

Ainsi, ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 6 - Fiche scénario Sc15e

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de plusieurs secteurs d'entreposage de déchets pâteux regroupés, en bennes dans la cour intérieure du site (x 3), en bennes dans le bâtiment B (x 1), en bennes (x 2) dans la cour Est (zone hydrocureur) et en fosse dans cette même cour Est, scénario n°15e de l'APR).

Ce scénario n°15 concerne, de manière non spécifique, un incendie d'entreposage de déchets combustibles / inflammables sur le site et est, par conséquent, développé en sous-scénario, dont le « e » présentement.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu.

Ce départ de feu pouvant provoquer une montée en température localisée au niveau d'une benne, et l'embrasement consécutif de son intégralité, qui se transmettrait à l'ensemble des autres bennes si des distances insuffisantes ne les séparaient pas.

Les déchets pâteux ne constituent pas une famille homogène dans le sens où seul leur « aspect physique » les caractérisent. Ces déchets regroupent notamment des résidus de peinture, de vernis et de colles, mais aussi des boues issues de procédés industriels, des résidus d'hydrocarbures, etc.

Ainsi, les déchets de pâteux regroupés dans la fosse et dans les bennes implantées dans la partie Nord-Est du site seront des résidus d'hydrocurage et seront ainsi composés en grande majorité d'eaux et de liquides. Au regard de cette composition, ces déchets « pâteux d'hydrocurage » ne seront pas à l'origine d'un scénario de dangers.

Une autre partie de ces déchets aura un caractère inflammable du fait de leur composition, notamment de résidus de peintures et d'autres produits inflammables. Cela sera notamment le cas des déchets pâteux regroupés en bennes dans la partie B du bâtiment ainsi qu'en façade Ouest de celui-ci.

De manière extrêmement majorante, ces déchets pâteux seront assimilés à des hydrocarbures.

Les caractéristiques thermodynamiques des liquides inflammables sont préenregistrées dans les paramètres internes de la méthode FLUMilog. En effet, la méthode FLUMilog qui a été construite autour de modèles de feu de combustibles solides s'est étendue à partir de 2015 aux feux de liquides inflammables par l'intégration d'un module dédié. Le modèle de calcul des flux thermiques liés à la combustion de liquides inflammables intégré dans l'interface FLUMilog est celui de la feuille de calcul du GTDLI « Groupe de Travail consacré aux Dépôts de Liquides Inflammables » (INERIS 31652). Les hypothèses issues de cette feuille de calcul ont été extraites et intégrées dans FLUMilog.

En plus de ces caractéristiques préenregistrées, il est également possible de créer une palette liquides inflammables utilisateur pour prendre en compte les caractéristiques thermodynamiques non pré intégrées, ce qui sera le cas ici, afin de prendre celles du fioul.

Tableau 18 : Caractéristiques thermodynamiques : palettes LI utilisateur type fioul pour déchets pâteux

Vitesse de combustion	Chaleur de combustion
35 g/m ² /s et	30 MJ/kg

- Données d'entrée**

Les données d'entrée des différents scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux sont les suivantes.

Tableau 19 : Données d'entrée des scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux

Hypothèses des modélisations	
Zone en feu : Bennes (x 3) cour intérieur	Longueur : 7,5 m / Largeur : 6,5 m / 45 tonnes
Zone en feu : Benne (x 1) bâtiment B	Longueur : 12 m / Largeur : 2,5 m / 15 tonnes

Ce stockage se feront à l'air libre au sens de la méthode FLUMillog (y compris pour les bennes intérieures).

- Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour les différents scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux (scénario n°15e de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 20 : Résultats des effets des scénarios d'incendie des entreposages de déchets pâteux

Hypothèses de la modélisation		SEI : 3 kW/m ²	SEI : 5 kW/m ²	SEI : 8 kW/m ²	SEI : 12 kW/m ²	SEI : 15 kW/m ²
Zone en feu : Bennes (x 3) cour intérieur	Longueur	24 m	20 m	16 m	14 m	12 m
	Largeur	20 m	16 m	12 m	10 m	8 m
Zone en feu : Benne (x 1) bâtiment B	Longueur	24 m	20 m	16 m	12 m	12 m
	Largeur	18 m	16 m	14 m	12 m	12 m

* : Pour les modélisations de liquides inflammables en extérieur, les distances exactes sans arrondis sont fournies dans le rapport Flumillog.

- Cartographie des distances d'effet**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMillog, sont illustrées sur la figure suivante.

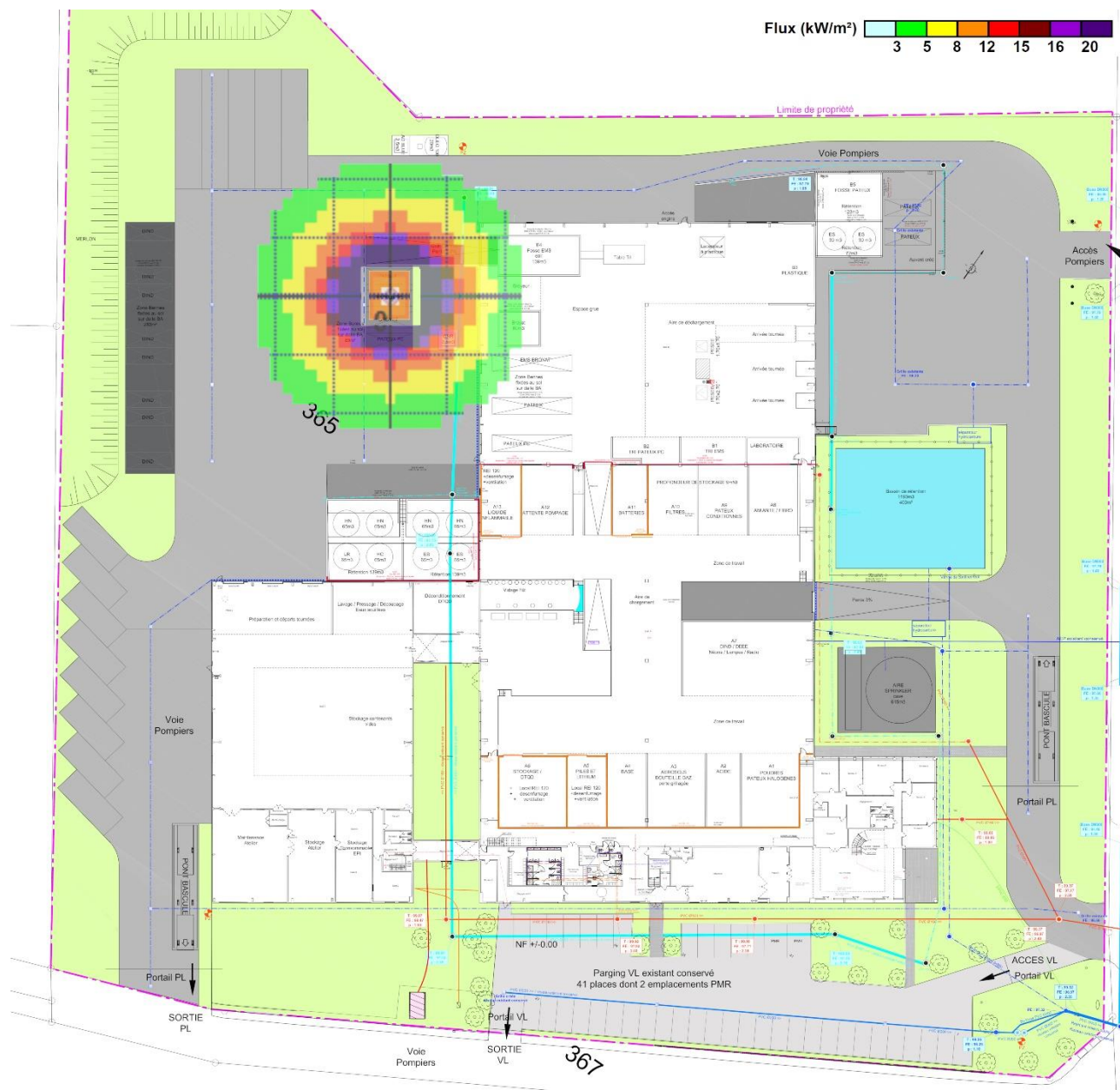


Figure 15 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de pâtes : bennes cour intérieure

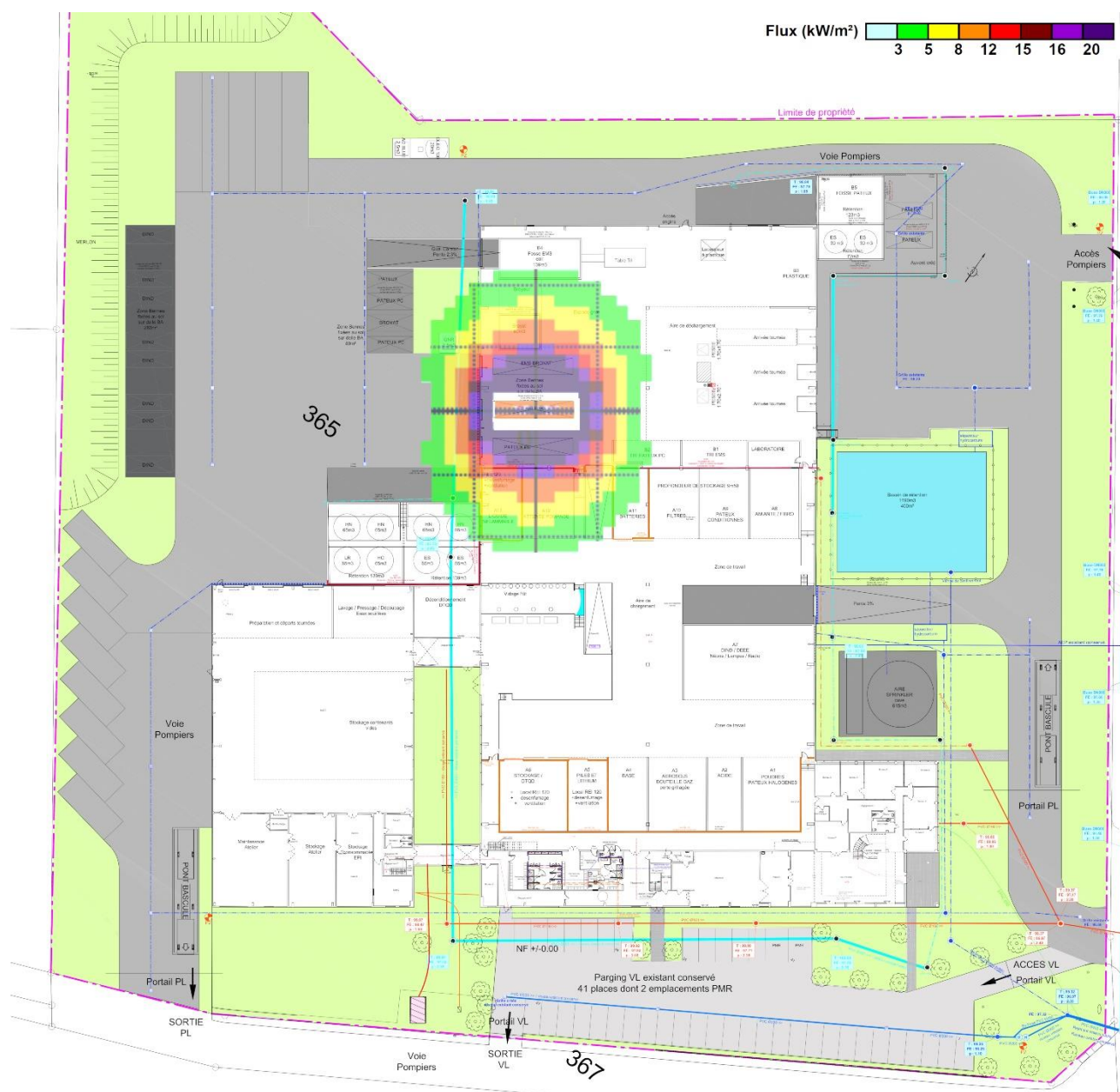


Figure 16 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de pâteux : benne bâtiment B

• Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, dans les conditions de la modélisation, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) est susceptible d'atteindre d'autres zones de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles internes au site.

Notamment, dans le cas des bennes de déchets pâteux implantées dans la cour intérieure, la distance des effets dominos atteindrait la cuve de GNR implantée à proximité. Dans le cas des bennes de déchets pâteux implantées

dans le bâtiment B, la distance des effets dominos atteindrait les autres bennes mais aussi le secteur du broyage des EMS notamment.

Ces scénarios pourraient représenter un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario. A cet effet, ces scénarios ont été retenus au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques et sont détaillés en termes de caractérisation des phénomènes dangereux.

Annexe 7 - Fiche scénario Sc22

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages et de matériaux souillés, dits EMS, déchargés dans une fosse dédiée aménagée dans la partie Nord du bâtiment B, en attente de broyage via un équipement dédié attendant (scénario n°22 de l'APR).

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu, bien que cela paraisse moins envisageable, ce secteur étant dans un bâtiment couvert et fermé.

Ce départ de feu pouvant provoquer une montée en température localisée au niveau de l'entreposage, et l'embrasement consécutif de son intégralité.

Les déchets regroupés dans cette fosse seront en mélange mais, comme leur nom l'indique, seront majoritairement issus d'emballages ne pouvant pas être réutilisés, et donc en grande partie en matériaux plastiques, ayant contenus des produits dangereux. Par défaut, pour ce scénario l'intégralité de la fosse est supposée contenir des déchets issus de matériaux en plastiques.

La méthode FLUMilog est explicitement citée dans les AMPG relatifs aux ICPE spécialisées dans le transit de déchets et notamment dans l'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri relevant du régime de la déclaration au titre des rubriques n°2711 / 2713 / 2714 et 2716, en vue de déterminer les distances d'effets des incendies dans ce type d'installations.

Bien que cet entreposage relève de la rubrique 2718, puisque ces contenants ont servi à regrouper des produits dangereux faisant d'eux des déchets dangereux, le choix d'assimiler ces EMS à des matériaux plastiques rend la méthode FLUMilog adaptée à la situation.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, et pas extension les déchets issus de tels matériaux, adaptée dans ce scénario.

• Données d'entrée

Les données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages et de matériaux souillés dans la fosse dédiée (fosse EMS) en attente de broyage sont les suivantes.

Tableau 21 : Données d'entrée du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse

Hypothèses de la modélisation	
Zone en feu	Longueur : 12 m / Largeur : 5,8 m / Hauteur : 2 m

Pour la modélisation, il a été considéré que cette fosse serait « à l'air libre » et non intégrée dans l'ensemble bâtementaire du site. En effet, par la méthode FLUMilog il n'est pas possible de positionner plusieurs zones de stockages distinctes ayant des dimensions et retraits des parois distinctes dans un même bâtiment.

Cette hypothèse « à l'air libre » est pénalisante dans la mesure où elle ne tient pas compte des dispositions constructives du bâtiment dans lequel sera implanté cet entreposage.

Par ailleurs, les dispositions constructives de la fosse en elle-même, en béton banché pour retenir le contenu, qui possèdent par définition un caractère « coupe-feu », ne sont pas prises en compte.

- **Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages et de matériaux souillés dans la fosse dédiée (fosse EMS) en attente de broyage (scénario n°22 de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 22 : Résultats des effets du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog	
	Longueur	Largeur
SEI : 3 kW/m ²	10 m*	10 m*
SEL : 5 kW/m ²	10 m*	10 m*
SELS : 8 kW/m ²	10 m*	5 m*
12 kW/m ²	5 m*	5 m*
15 kW/m ²	5 m*	5 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**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

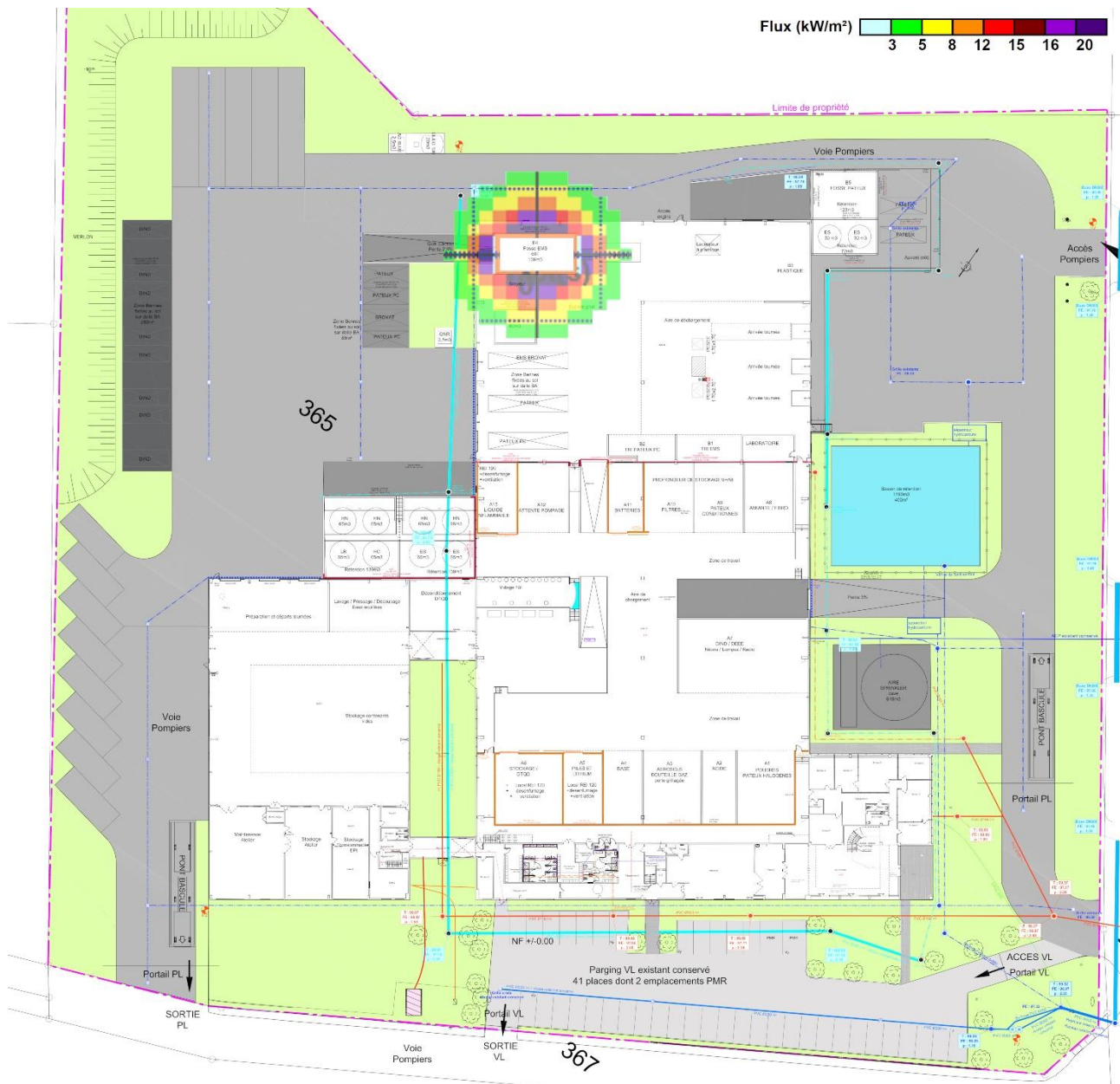


Figure 17 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie d'EMS dans la fosse

- **Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

La distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) atteint l'équipement de broyage situé à proximité au Sud de la fosse EMS, qui bénéficie de dispositifs de protection contre les incendies. Par ailleurs, cet équipement ne fonctionnera qu'en présence de personnel. Ce scénario représentera ainsi un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine du scénario n°19 de l'APR, ce dernier n'étant toutefois pas retenu suite à l'APR au regard des faibles quantités mises en jeu (en comparaison du scénario 22 notamment).

A contrario, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m^2 n'atteindra pas de zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment.

Ainsi ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu suite à l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 8 - Fiche scénario Sc28

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages non souillés, entreposés en attente de lacération dans une alvéole dédiée (B3) aménagée dans la partie Nord-Est du bâtiment B (scénario n°28 de l'APR).

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par auto-échauffement du tas de déchets, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer une source d'ignition à l'origine du départ de feu, bien que cela paraisse moins envisageable, ce secteur étant dans un bâtiment couvert et fermé.

Ce départ de feu pouvant provoquer une montée en température localisée au niveau de l'entreposage, et l'embrasement consécutif de son intégralité.

Les déchets présents au niveau de ce secteur seront des emballages, notamment et en premier lieu en matières plastiques, ne pouvant pas être réutilisés, et n'ayant pas contenus des produits dangereux.

La méthode FLUMilog est explicitement citée dans les AMPG relatifs aux ICPE spécialisées dans le transit de déchets et notamment dans l'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri relevant du régime de la déclaration au titre des rubriques n°2711 / 2713 / 2714 et 2716, en vue de déterminer les distances d'effets des incendies dans ce type d'installations. Bien que les entreposages de déchets non dangereux n'atteignent pas les seuils minimums de classement fixés pour ces rubriques (donc non classées), cette méthode est adaptée à la situation.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, et par extension les déchets issus de tels matériaux, adaptée dans ce scénario.

• Données d'entrée

Les données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages non souillés en plastiques (alvéole B3) en attente de lacération sont les suivantes.

Tableau 23 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3

Hypothèses de la modélisation	
Alvéole B3	Longueur : 12 m / Largeur : 4,5 m / Hauteur : 4 m
Zone en feu	Longueur : 11 m / Largeur : 2,5 m / Hauteur : 3 m

Pour la modélisation, il a été considéré cette alvéole comme distincte de l'ensemble bâtementaire dans lequel elle sera aménagée.

Par ailleurs, l'alvéole sera ceinturée de parois béton en faces Est, Nord et Sud, tandis que la quatrième face à l'Ouest sera ouverte. Ces parois béton sont considérées résistantes au feu durant 1 h (REI 60).

- Résultats des calculs de modélisation**

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de l'entreposage de déchets d'emballages non souillés en plastiques (alvéole B3) en attente de lacération (scénario n°28 de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 24 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog		
	Longueur (Est)	Longueur (Ouest)	Largeur (Nord- Sud)
SEI : 3 kW/m ²	10 m*	10 m*	5 m*
SEL : 5 kW/m ²	5 m*	5 m*	-
SELS : 8 kW/m ²	5 m*	5 m*	-
12 kW/m ²	5 m*	-	-
15 kW/m ²	-	-	-

* : 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**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.



Figure 18 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage d'emballages non souillés en plastiques : alvéole B3

• Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

La distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) atteint la zone extérieure de regroupement des eaux souillées en cuves aménagée en façade Nord-Est, mais pas la fosse de déchets pâteux B5 située en continuité Nord. Les eaux souillées ne présentant pas de pouvoir combustible notable, ces effets ne seront pas susceptibles d'être à l'origine d'un départ de feu du contenu de ces cuves, ainsi ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario.

Annexe 9 - Fiche scénario Sc31

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie du stockage de contenants vides destinés à être distribués lors des tournées de collecte qui sera implanté dans la partie C de l'ensemble bâtementaire (scénario n°31 de l'APR).

Ces contenants pourront être en plastiques mais également des futs métalliques, des cartons, d'autres matériaux plastiques, etc. Par défaut, et de façon majorante, pour ce scénario l'intégralité du stock est supposée être des contenants en matière plastique.

Le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou encore par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur comme par exemple un acte de malveillance pourrait également constituer la source d'ignition à l'origine du départ de feu.

Ce départ de feu pourra provoquer une montée en température localisée sur une partie du stockage et le cas échéant l'embrasement consécutif de l'ensemble.

Ce stockage relèvera du régime de la déclaration au titre de la rubrique ICPE n°2663.

La méthode FLUMilog est explicitement citée dans l'AMPG du 15 avril 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux stockages de pneumatiques et de produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2663. Bien que non citée par l'AMPG du 14 janvier 2000 applicable aux ICPE relevant du régime de la déclaration pour cette rubrique, la méthode FLUMILOG est adaptée à la situation.

La méthode FLUMilog intègre des « palettes types » et notamment une palette type 2662 regroupant des matériaux plastiques, en tous points adaptée dans ce scénario.

• Données d'entrée

Un entreposage unique de contenants en matériaux plastiques sera considéré, de manière très majorante car composé également de contenants en matériaux non combustibles, dans la modélisation.

Les données d'entrée du scénario d'incendie de cet entreposage de contenants en plastiques sont les suivantes.

Tableau 25 : Données d'entrée du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs

Hypothèses de la modélisation	
Bâtiment	Longueur : 34 m / Largeur : 29 m / Hauteur : 7,5 m
Zone en feu	Longueur : 21 m / Largeur : 16 m / Hauteur : 4 m / Volume total : 1 344 m ³

• Résultats des calculs de modélisation

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de l'entreposage de contenants neufs en plastiques (scénario n°31 de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 26 : Résultats des effets du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog	
	Côtés Est et Ouest	Côté Sud
SEI : 3 kW/m ²	16 m	18 m
SEL : 5 kW/m ²	12 m	13,5 m
SELS : 8 kW/m ²	10 m*	10 m*
12 kW/m ²	10 m*	10 m*
15 kW/m ²	5 m*	5 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.

Ces résultats ont été obtenus en prenant en considération l'intégration de cet entreposage dans la partie C du bâtiment d'exploitation, ainsi que l'existence d'un mur en parpaings toute hauteur en limite Sud du bâtiment (séparant la partie exploitation des locaux attenants réservés à des usages techniques).

- Cartographie des distances d'effet**

Ces distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

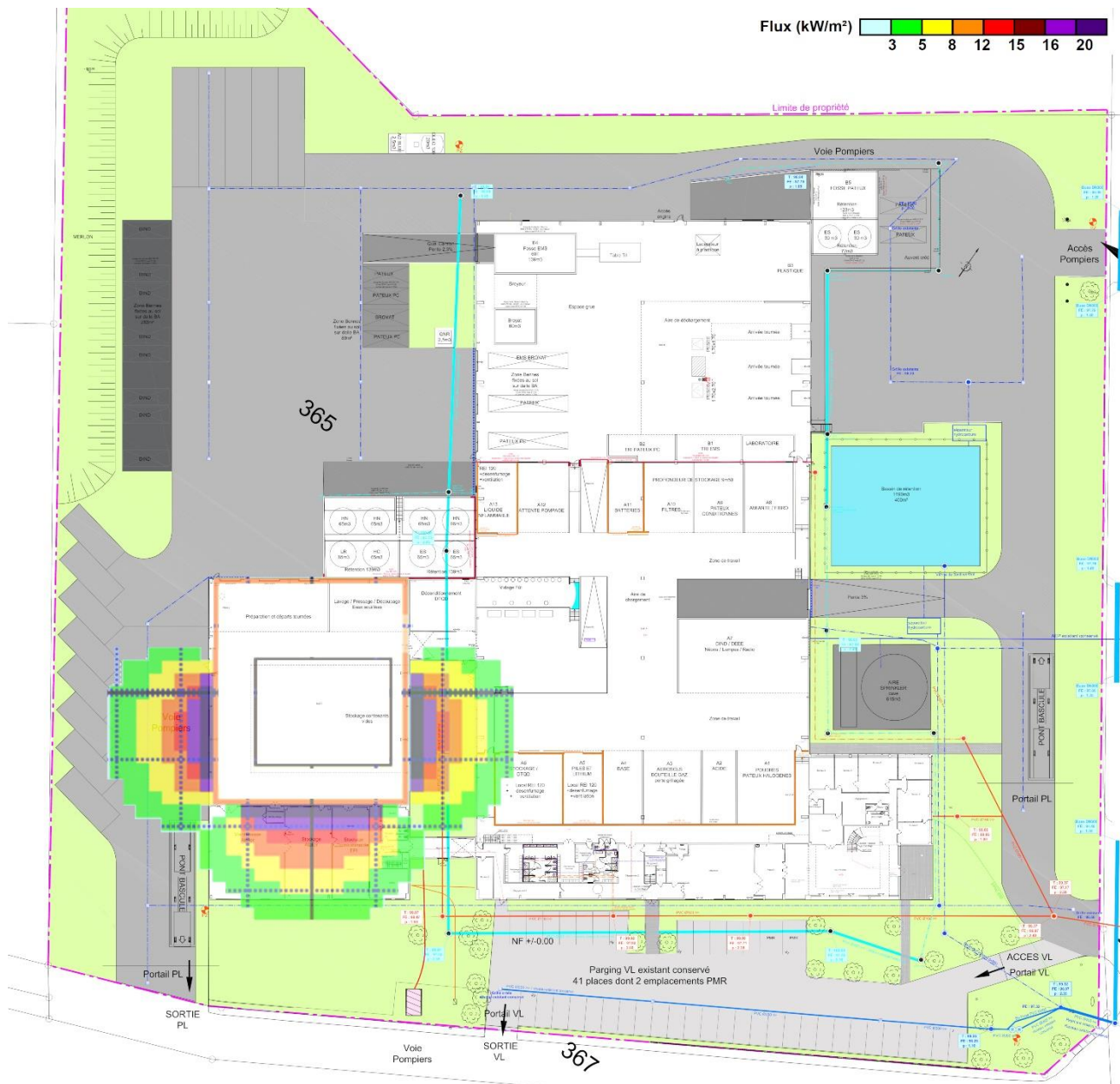


Figure 19 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de l'entreposage de contenants en plastiques neufs

- **Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino**

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

La distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) sort des limites du bâtiment C accueillant l'entreposage de contenants neufs, toutefois aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles n'est atteinte hors bâtiment C.

Ainsi ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario.

Annexe 10 - Fiche scénario Sc34

• Description du scénario

Le scénario retenu concerne l'incendie de la réserve de carburants (GNR) suite à sa rupture totale ou partielle et au déversement de son contenu, aménagée en façade Ouest du bâtiment d'exploitation (scénario n°34 de l'APR).

Cette cuve double peau aura une capacité de 2,5 m³, soit par défaut 2,5 tonnes.

La rupture de la cuve de carburants, ou de l'un de ses équipements de sécurité, pourrait avoir plusieurs causes dont la plus probable serait un choc mécanique assez violent causé par une erreur de circulation d'un camion-citerne ravitailleur notamment, ou un engin de manutention interne.

Suite à cette rupture, et au déversement du contenu, le départ de feu pourrait avoir plusieurs causes et notamment internes au site constituant une source d'ignition à la suite notamment d'une intervention par point chaud non maîtrisée, ou par échauffement mécanique lors de la manutention, etc.

Un élément extérieur, comme par exemple un acte de malveillance, pourrait également constituer à la fois la cause (rupture de la cuve) et la source d'ignition à l'origine du départ de feu.

Les caractéristiques thermodynamiques des liquides inflammables sont préenregistrées dans les paramètres internes de la méthode FLUMilog.

En effet, la méthode FLUMilog qui a été construite autour de modèles de feu de combustibles solides s'est étendue à partir de 2015 aux feux de liquides inflammables par l'intégration d'un module dédié.

Le modèle de calcul des flux thermiques liés à la combustion de liquides inflammables intégré dans l'interface FLUMilog est celui de la feuille de calcul du GTDLI « Groupe de Travail consacré aux Dépôts de Liquides Inflammables » (INERIS 31652).

Les hypothèses issues de cette feuille de calcul ont été extraites et intégrées dans FLUMilog.

De cette feuille de calcul ont également été extraites et intégrées dans l'interface les caractéristiques thermodynamiques des liquides inflammables pour l'éthanol et les hydrocarbures. Ces caractéristiques pour ces secondes sont les suivantes.

Tableau 27 : Caractéristiques thermodynamiques des hydrocarbures (feuille GTDLI reprise dans FLUMilog)

Vitesse de combustion	Chaleur de combustion
55 g/m ² /s et	40 MJ/kg

• Données d'entrée

La cuve de carburants aura une capacité 2,5 m³ soit, par défaut, 2,5 tonnes.

Cette cuve de carburants ne sera pas implantée sur une rétention du fait de sa double paroi.

Toutefois, la modélisation considère que la rupture de la cuve fomera une nappe sur l'équivalent d'une rétention de 1,5 m sur 1,5 m.

Tableau 28 : Données d'entrée du scénario d'incendie de la réserve de carburants

Caractéristiques de la zone en feu	
« Rétention » carrée (tous côtés)	1,5 m
Quantité d'hydrocarbures	2,5 tonnes

• Résultats des calculs de modélisation

Les distances d'effets thermiques atteintes pour le scénario d'incendie de la réserve de carburants à aménager en façade Ouest du bâtiment d'exploitation (scénario n°34 de l'APR) sont les suivantes.

Tableau 29 : Résultats des effets du scénario d'incendie de la réserve de carburants

Seuils	Distances des effets thermiques modélisées sous FLUMilog
	Côtés (carré)
SEI : 3 kW/m ²	10 m
SEL : 5 kW/m ²	8 m
SELS : 8 kW/m ²	6 m
12 kW/m ²	6 m
15 kW/m ²	6 m

* : Pour les modélisations de liquides inflammables en extérieur, les distances exactes sans arrondis sont fournies dans le rapport Flumilog.

• Cartographie des distances d'effet

Les distances d'effets thermiques, modélisées avec l'outil FLUMilog, sont illustrées sur la figure suivante.

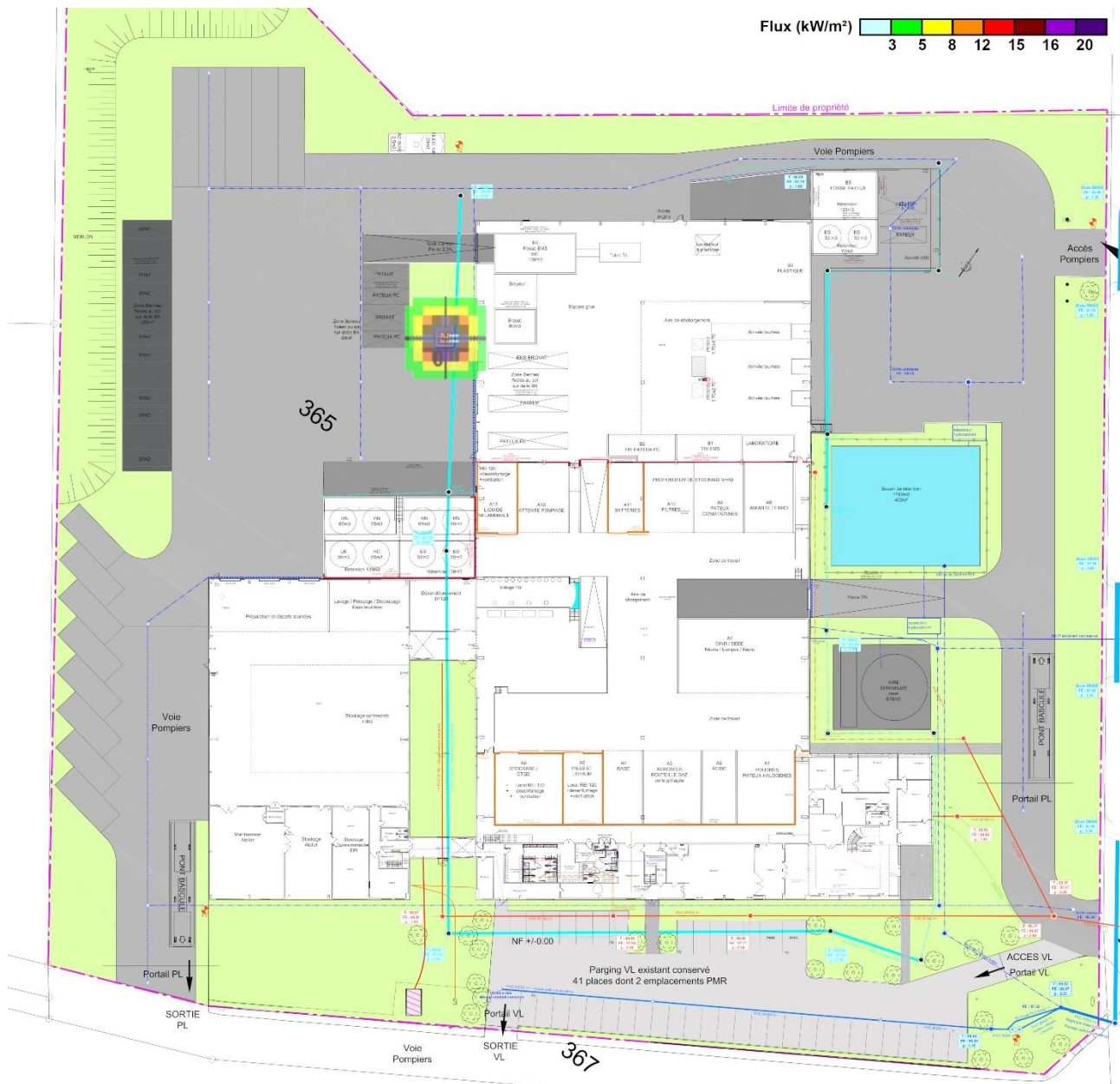


Figure 20 : Modélisation des distances d'effets du scénario d'incendie de la réserve de carburants

• Conclusion sur les conséquences possibles sur les intérêts protégés et les effets domino

Aucun effet thermique aux seuils réglementaires n'impacte l'extérieur des limites clôturées du site.

Ce scénario ne sera en conséquence pas retenu en analyse détaillée des risques.

Au regard de l'absence d'effets thermiques hors site, aucun effet domino sur des intérêts extérieurs à l'établissement n'est à envisager.

Par ailleurs, la distance des effets de l'isochrone de 8 kW/m² (seuil des effets domino) n'atteint aucune zone de stockage de matériaux et/ou de déchets combustibles, ni aucune installation ou équipement fixe, internes au site.

Ainsi, ce scénario ne représentera pas un foyer de phénomènes dangereux susceptible d'être à l'origine d'un autre scénario retenu ou non au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques.

Annexe 4 : Plan des moyens de protection contre les phénomènes dangereux

Annexe 5 : 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 :	CHIMIREC Est Wisches
Activités :	Transit/Regroupement/Tri/Traitement de déchets dangereux
N° rapport	R22152

Critère	Coefficient additionnels	Coefficients retenus pour le calcul		Commentaires
		Activité	Stockage	
Hauteur de stockage ^{(1) (2) (3)}				
- jusqu'à 3 m	0	0,1		
- 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			
Type de construction ⁽⁴⁾				
- ossature stable au feu >= 1 heure	-0,1	-0,1		
- ossature stable au feu >= 30 minutes	0			
- ossature stable au feu < 30 minutes	+0,1			
Matériaux aggravants				
Présence d'au moins un matériau aggravant ⁽⁵⁾	+0,1	NON		
		0		
Types d'intervention internes				
- accueil 24/24 (présence permanente à l'entrée).	-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. ⁽⁶⁾	-0,1			
- service de sécurité incendie 24/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24/24 ⁽⁷⁾	-0,3			
Σ coefficient		-0,1		
1 + Σ coefficients		0,9		
Surface de référence (en m²)		3250		
$Q_{REF} = \frac{S}{500} \times \left(1 + \sum Coeff\right)$ ⁽⁸⁾		176		
Catégorie de risque ⁽⁹⁾		R3		
- Risque faible : Q _{RF} = Qi x 0,5		351		
- Risque 1 : Q1 = Qi x 1				
- Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5				
- Risque 3 : Q3 = Qi x 2				
Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau ⁽¹⁰⁾ : Q _{RF} , Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2		OUI		
		176		
Débit calculé ⁽¹¹⁾ (Q en m³/h)		176		
DEBIT REQUIS ⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾ (Q en m³/h)		180		

⁽¹⁾ Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 mètre (cas des bâtiments de stockage).

⁽²⁾ 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).

⁽³⁾ Pour les activités, retenir un coefficient égale à 0.

⁽⁴⁾ Pour ce coefficient, ne pas tenir compte de l'installation d'extinction automatique à eau

⁽⁵⁾ 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.

⁽⁶⁾ Une installation d'extinction automatique à eau de type sprinkleur peut faire office de détection automatique d'incendie.

⁽⁷⁾ 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.

⁽⁸⁾ Qi : débit intermédiaire du calcul en m³/h.

⁽⁹⁾ 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.

⁽¹⁰⁾ 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.

⁽¹¹⁾ Le débit calculé correspond à la somme des débits liés aux activités et aux stockages dans la surface de référence

⁽¹²⁾ Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m³/h.

⁽¹³⁾ 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.

⁽¹⁴⁾ 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 6 : 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		16 700	m²
Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum) ou minimum imposé par AMPG	360
Moyens de lutte intérieur contre l'incendie		+	+
	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi en fonctionnement	615
		+	+
	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/m² de surface de drainage	167
		+	+
Présence de stock de liquide		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	48
		=	=
Volume total de liquide à mettre en rétention (m³)			1190