

SERMIX
Rue De Calouët
22 600 Loudéac

Dossier de demande d'autorisation environnementale

Art. L.181-1 et suivants du code de l'environnement

Augmentation des capacités de production du site de Loudéac (22)

PIECE JOINTE 49 **ETUDE DE DANGERS**



I.C.E Conseil
Installations Classées & Environnement

4, impasse du Raquer
56 610 Arradon
T. 02 57 62 08 60
contact@ice-conseil.fr

Rapport n°ICE- R210213 - Version 2 Novembre 2024

Chargés de projet :

E. ROUSSEAU, S. GROLLEAU, O. MONTIEGE - I.C.E Conseil

Information non diffusable large C. Gaonach, G. HANNOTIAUX – Sermix

Cette étude a été élaborée avec la collaboration de :

- Elodie ROUSSEAU, chargée d'études ICPE, I.C.E Conseil (rédactrice),
- Sophie GROLLEAU, ingénieure d'études ICPE, I.C.E Conseil (rédactrice partielle)
- Olivier MONTIEGE, fondateur-gérant, I.C.E Conseil (vérificateur),
- Clémence Gaonach, technicienne HSE (approbatrice)
- Elodie CHRETIEN- ROCHET, responsable environnement ADM (approbatrice)
- Guillaume HANNOTIAUX, responsable projet WISIUM (approbateur).
- Ramesh Gopaul, société TECHNISIM Consultant (modélisation de dispersion),

Certains éléments de l'étude de dangers réalisée par la société COOP de France en 2019 sont repris dans cette étude.

SERMIX
Rue De Calouët
22 600 Loudéac

Réorganisation industrielle du site de Loudéac (22)

Dossier de demande d'autorisation environnementale

Pièce jointe n°49 :

Résumé non technique de l'Etude de dangers



I.C.E Conseil
Installations Classées & Environnement

4, impasse du Raquer
56 610 Arradon
contact@ice-conseil.fr
T. 02 57 62 08 60

Rapport n°ICE- R210213 - Version 2 de novembre 2024

Chargés de projet :

Elodie ROUSSEAU, Olivier MONTIEGE - I.C.E Conseil
Mathieu DESBOIS, Clémence Gaonach, Guillaume HANNOTIAUX – Sermix

La société SERMIX exploite, sur son site de Loudéac (22), un établissement de production d'aliments pour animaux, de prémix et additifs et d'aliments minéraux vitaminisés. Le site est implanté au sein du parc d'activités du Dr. Etienne. L'évolution des capacités de production du site, mènent à un dépassement de certains seuils de la nomenclature des installations classées.

Résultat de la quantité de matières entreposées dans le périmètre de l'établissement en configuration projetée, l'établissement relèvera du régime de l'autorisation seuil haut au titre de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Ce projet d'extension a donc fait l'objet d'une étude de dangers. Cette étude a pour objectif d'identifier les risques présentés par l'établissement, de préciser les moyens de prévention et d'intervention prévus et de caractériser les accidents potentiels identifiés en termes de gravité et de probabilité afin de s'assurer de l'acceptabilité du projet au regard des dangers et des enjeux recensés.

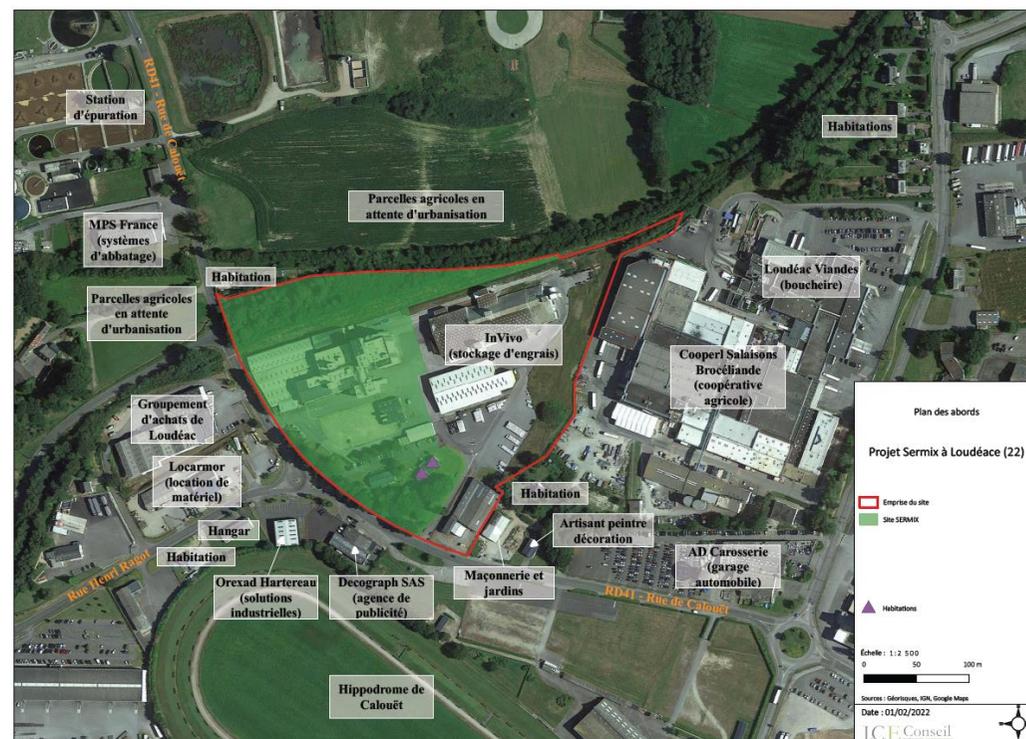
Le présent document constitue le résumé non technique de l'étude de dangers. Il a notamment pour vocation de présenter la probabilité et la cinétique des accidents potentiels identifiés dans l'étude de dangers ainsi que la cartographie des zones d'effets des risques significatifs.

Analyse de l'environnement

L'analyse de l'environnement consiste à identifier les intérêts recensés dans le secteur d'étude du projet ainsi que de caractériser la vulnérabilité de l'installation à cet environnement.

L'examen de l'occupation des abords et la description du milieu naturel font apparaitre plusieurs cibles humaines potentielles et un milieu naturel sensible susceptibles d'être exposés à un accident majeur. Ces cibles sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Nature / Types d'infrastructure		Identification	Positionnement par rapport au site
Habitations		Habitations localisées au Nord et au Sud-Est des limites de propriété Habitations présentes sur le site	Limites Nord et Sud-Est Habitation présente sur le site
Etablissement Recevant du Public		Ecole Saint-Joseph Centre-ville de Loudéac et son église	1 500 m au Nord-Est 1 600 m au Nord
Infrastructures de transport d'envergure	Axes routiers	RD41 RD700	30 m au Sud et à l'Ouest 950 m à l'Est
Etablissements à vocation d'activités économiques		Etablissement Union InVivo	A l'Est des limites parcellaires de l'établissement
		Etablissements de la ZA du Dr. Etienne (Groupement d'achat, Locarmor, Orexad Hartereau, Décograph SAS, Loudéac Viandes, Cooperl Salaisons, ...)	Limites Est, Sud et Ouest
Milieu naturel		Réseau hydrogéologique	-



Les risques présentés par l'environnement local sur les installations en configuration projetées de la société Sermix sont de deux natures : les risques naturels et les risques technologiques. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant :

Nature du risque	Identification du risque	Vulnérabilité des terrains	Mesures mises en œuvre	Risque retenu dans l'étude de dangers
Naturel	Inondation par débordement de cours d'eau	Faible Terrains en dehors des zones d'aléa inondation délimitées dans le Plan Local d'Urbanisme	-	Non
	Inondation par remontées de nappes	Faible Terrains d'implantation en dehors des zones sensibles identifiées par le BRGM	-	Non
	Conditions météorologiques (Tempête, vents, pluies, neige)	Modérée Climat océanique tempéré Précipitations peu abondantes et fréquentes Vents moyens à provenance dominante Sud-ouest	-	Oui en partie
	Mouvements de terrains par effondrement de cavité	Faible Présence d'une cavité souterraine sur le territoire communal	-	Non
	Mouvements de terrains par retrait et gonflement des argiles	Faible La cartographie issue du site Géorisques classe les terrains en aléa faible		Non
	Feu de forêt	Faible La forêt la plus proche est la Forêt de Loudeac implantée à 4 km du site	-	-
	Séismes	Faible Terrains localisés en zone d'aléa 2 sur une échelle allant de 1 à 5 (1 valeur la plus faible)	-	Non
	Foudre	Forte L'analyse du risque foudre montre la nécessité de protéger les bâtiments contre les effets de la foudre	Mise en place des équipements de protection directs et indirects	Non
	Radon	Modérée Le risque radon est identifié comme risque potentiel sur le territoire du département. Néanmoins il n'est pas de nature à avoir d'impact sur les installations	-	Non

Technologique	Installations voisines	Modérée Présence d'installations classées à proximité immédiate (notamment la société Invivo) générant des zones d'effets létaux sur le site de la société Sermix. Néanmoins les effets perceptibles sur le site ne sont pas susceptibles de générer des phénomènes de propagation (effets toxiques).	-	Non
	Infrastructures de transport TMD-routes et voies ferrées	Modérée Passage de la RD41 à proximité des limites de l'établissement.	-	Oui (effets dominos)
	Infrastructures de transport Navigation aérienne	Faible Absence d'aéroport/aérodrome dans un périmètre de 2 km autour des terrains	-	Non
	Canalisation de transport de matières dangereuses	Modérée Passage d'une canalisation de gaz enterrée le long de la RD41. L'établissement est impacté par les zones d'effets de 8 kW/m ² en cas d'accident sur la canalisation au droit du site.	-	Oui (effets dominos)
	Acte de malveillance (Vol, détérioration,...)	Modérée	Site clôturé, locaux d'exploitation maintenus non accessibles aux personnes étrangères à l'établissement	Non

Potentiels de dangers

Les potentiels de dangers présentés par l'exploitation du site logistique sont synthétisés et localisés ci-après.

Produits / Activités	Potentiels de dangers	Phénomènes dangereux associés	Retenus pour suite de l'étude
Matières premières (intégrant des produits relevant des rubriques 4510 et 4511)	Potentiel caractère combustible et pulvérulent	Incendie Emission de fumées toxiques Explosion (silos) Pollution du milieu naturel (eaux d'extinction)	Oui
Produits finis (intégrant des produits relevant des rubriques 4510 et 4511)	Potentiel caractère combustible	Incendie Emission de fumées toxiques Pollution du milieu naturel (eaux d'extinction)	Oui
Cas des matières et produits finis dangereux (autres que ceux soumis à la rubrique 4510 ou 4511)	Comburant, irritant,...	Incendie Emission de fumées toxiques Pollution du milieu	Non (très faibles quantités)
Ensemble des produits dangereux	Caractère incompatible	Incendie Emission de fumées toxiques Dégagement gazeux	Non
Activité de stockage (activité de réception, expédition, de manutention, de stockage)	Collision Ecrasement, Chute de produits Défaillance électrique	Départ de feu (source d'ignition) Mise en suspension de particules pulvérulentes (Explosion/ensevelissement)	Oui (uniquement en terme de source d'ignition potentielle)
Activité de production (mélange, tamisage, granulation (SHUGGI), etc.)	Défaillance électrique Points chauds Fuite sur utilité	Incendie Explosion	Oui
Charge des batteries	Dégagement d'hydrogène (gaz inflammable) Combustible	Explosion Incendie	Non (puissance de charge cumulée limitée ventilation importante) mais sera tout de même analysé dans l'APR
Atelier d'entretien (Présence de produits d'entretien - liquides inflammables)	Inflammable	Incendie	Non (faible quantité dans un armoire dédié mais sera tout de même analysé dans l'APR)
Chaufferie	Gaz inflammable	Explosion Incendie	Oui (malgré la faible puissance de l'installation présence de mesures de protection)
Cuves de propane	Gaz inflammable liquéfié	Explosion Incendie	Non (faible capacité et usage domestique (chauffage pour une salle de réunion et les habitations) à l'écart des activités de production et de



Moyens de prévention, de protection et d'intervention

Les moyens de prévention, de protection et d'intervention prévus sur site sont de trois natures :

- **Organisationnels** : ces moyens consistent en la présence de consignes et de procédures tenues à la disposition et appliquées par le personnel, en l'actualisation d'un Plan d'Opération Interne incluant un Plan de Défense Incendie, en la formation du personnel de l'établissement et en la réalisation d'exercices réguliers,
- **Constructifs** : ces mesures passent, entre autres, par les mesures retenues lors de la reconstruction du bâtiment de stockage des produits finis (éloignement de plus de 20 m par rapport aux limites de propriété, parois REI20 sur les parois séparatives et les parois extérieures, présence d'exutoires de fumées, de robinets incendie armés, etc.) par les mesures présentes sur la partie historique du site (RIA, exutoires de fumées au niveau des zones de stockage, centrales d'aspiration pour la partie production, évènements d'explosion sur certains silos de stockage, etc.
- **Techniques (équipements spécifiques)** : Les mesures techniques de prévention, de protection et d'intervention se traduisent par :
 - o la détection incendie déployée sur les locaux techniques et les zones visées par la rubrique 1510,
 - o la centrale d'aspiration permettant de capter au plus proche de la source les poussières afin d'éviter la formation d'atmosphères explosives,
 - o la présence de Robinets Incendies Armés au niveau des zones de stockage et d'extincteurs répartis sur l'ensemble du site,

En complément, **des moyens d'intervention** sont mis à disposition pour le service d'incendie et de secours. Il s'agit notamment de :

- la présence d'une voie engin et d'aires de stationnement ceinturant le bâtiment de stockage des matières première pour permettre une intervention efficace des services d'incendie et de secours,
- la mise à disposition de points d'eau (poteau incendie) sur le site et à termes de bâches souples,
- la présence d'un bassin étanche permettant de confiner les effluents ruisselant sur les zones imperméabilisées de l'établissement.

L'engagement de la société SERMIX à conserver un niveau élevé de sécurité est intégré au sein de la Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM). Il sera évalué au travers du Système de la Gestion de la Sécurité qui sera mis en place en amont du passage seuil haut de l'établissement. Ce système est applicable à toutes les installations susceptibles de générer des accidents majeurs (accidents dont les effets irréversibles ou létaux sont perceptibles en dehors des limites de l'établissement). Il a pour objectif de définir l'organisation, les fonctions des personnels, les procédures et les ressources qui permettent de déterminer et de mettre en œuvre la PPAM.

Analyse préliminaire des risques et évaluation des phénomènes dangereux

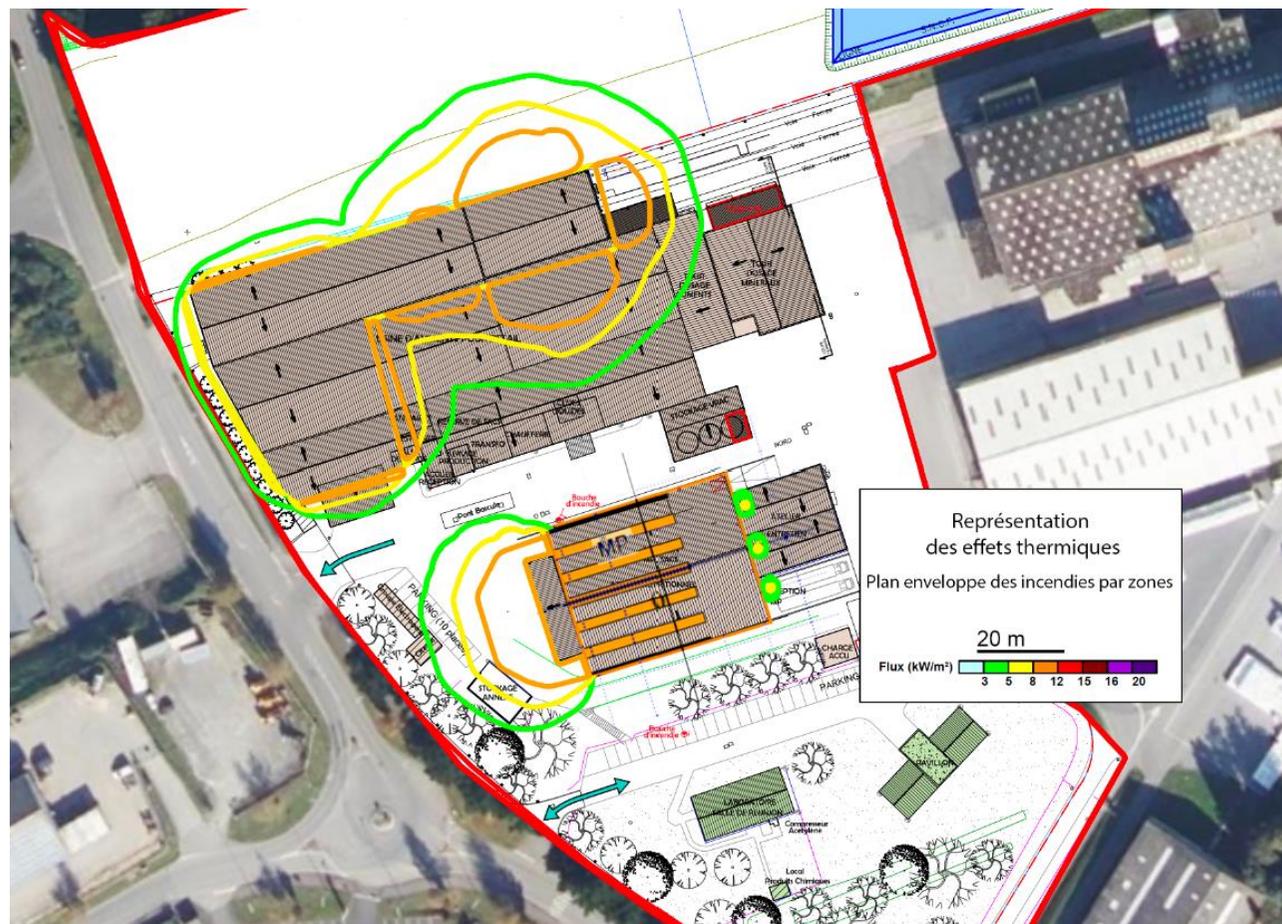
L'analyse préliminaire des risques a permis de mettre en évidence trois types de phénomènes dangereux susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement local en situation accidentelle. Il s'agit de phénomènes susceptibles d'engendrer des thermiques, de surpression et toxiques liés aux scénarios suivants :

- l'incendie de la zone de stockage des matières premières (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées),
- l'incendie de la zone de stockage des palettes implantée à proximité immédiate du bâtiment de stockage des matières premières (effets thermiques),
- l'explosion de silo de stockage des matières premières (effets de surpression) et l'effet d'un ensevelissement,
- l'incendie de la zone de stockage des produits finis conditionnés (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées).
- une explosion de gaz suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel en extérieur,
- une explosion de gaz naturel suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel au sein de la chaufferie,
- une explosion de gaz naturel suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel au droit du Shuggi.

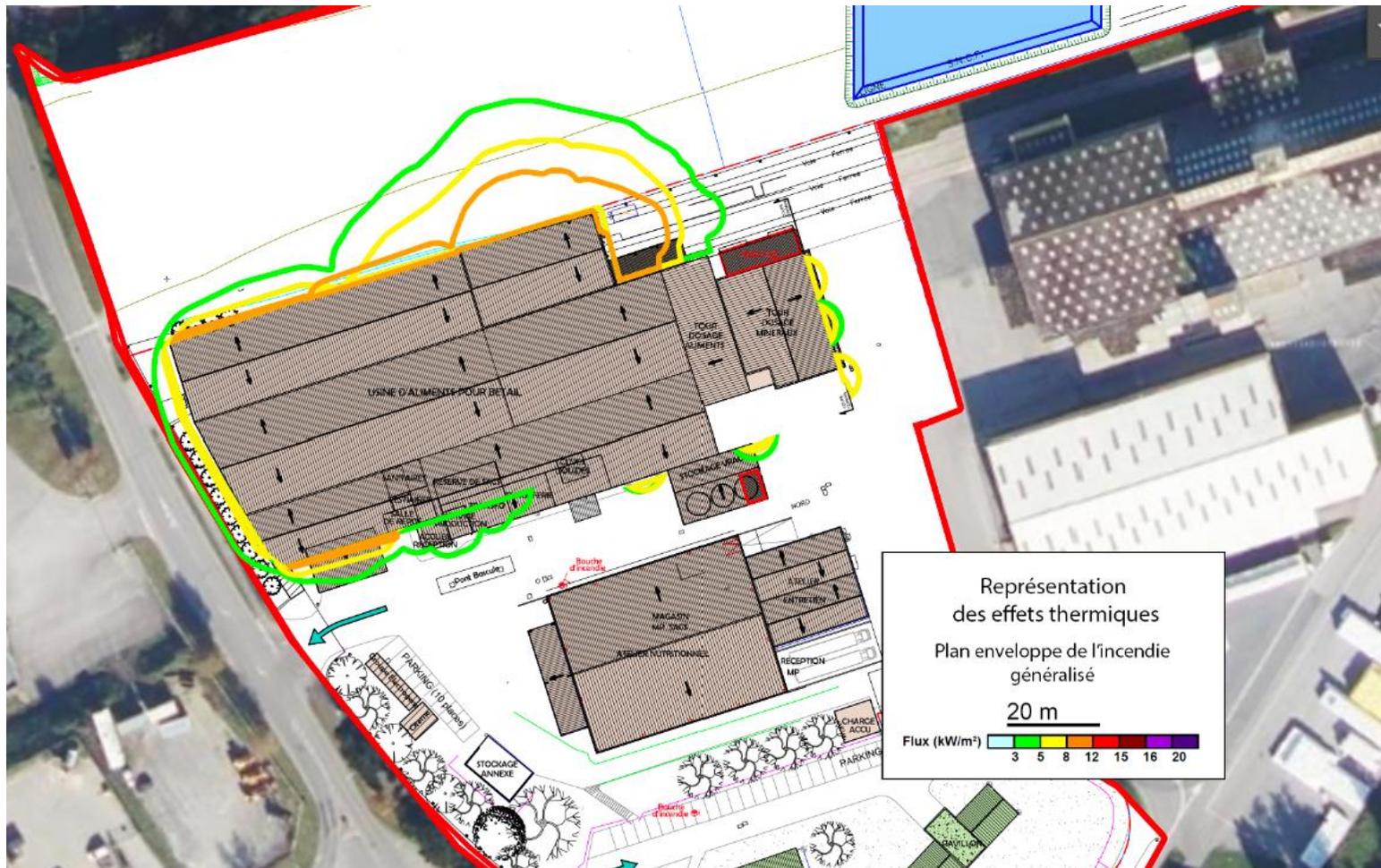
Ces phénomènes dangereux ont fait l'objet de modélisations afin de caractériser leurs effets.

Phénomènes d'incendie

La cartographie ci-après présente le plan enveloppe des effets thermiques associés à l'incendie des zones de stockage prise individuellement en feu.



Les modélisations incendie ont mis en évidence l'absence d'atteinte de seuils réglementaires en dehors de limites de l'établissement. Un scénario de propagation d'incendie a également été considéré. Le plan enveloppe des effets est disponible ci-après.



Phénomènes de dispersion de fumées

Les modélisations de dispersion de fumées générées par l'incendie de chacune des zones de stockage n'ont pas mis en évidence d'atteinte de seuil d'effets à hauteur d'homme ou de cibles. Les effets seraient perceptibles en dehors des limites de propriété à une altitude de 28 m par rapport au niveau du sol. Les cartographies suivantes illustrent les zones d'effets atteints à une hauteur de 28 m.

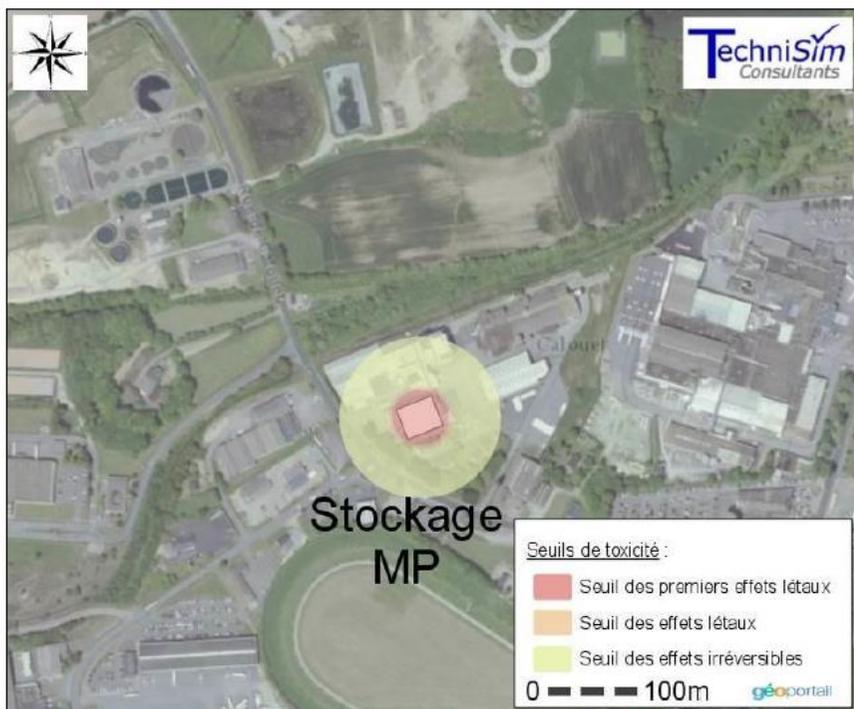


Figure 4: Zones de dangers pour l'incendie du stockage MP – Cible située à 28 mètre du sol

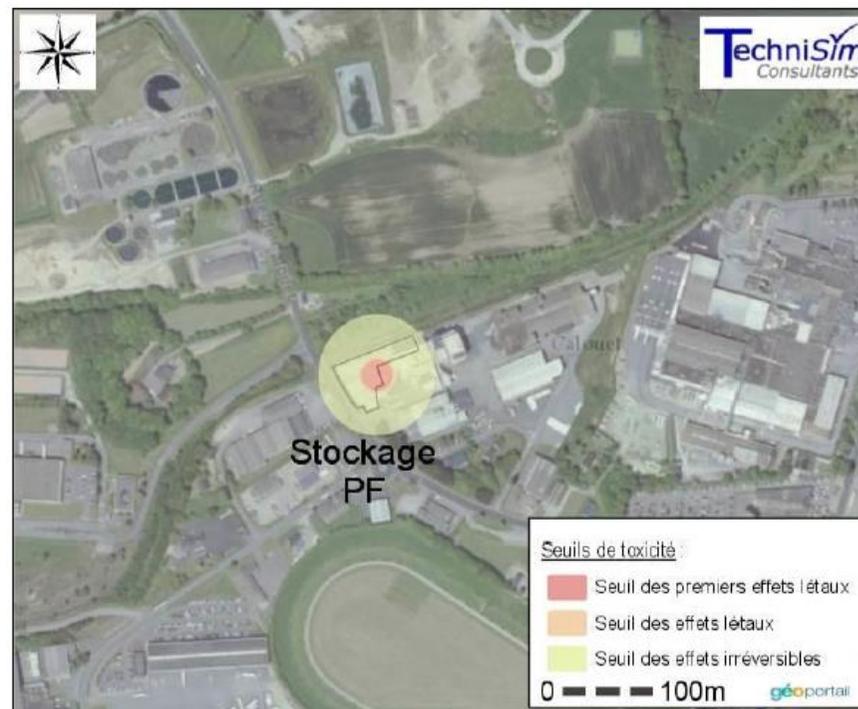
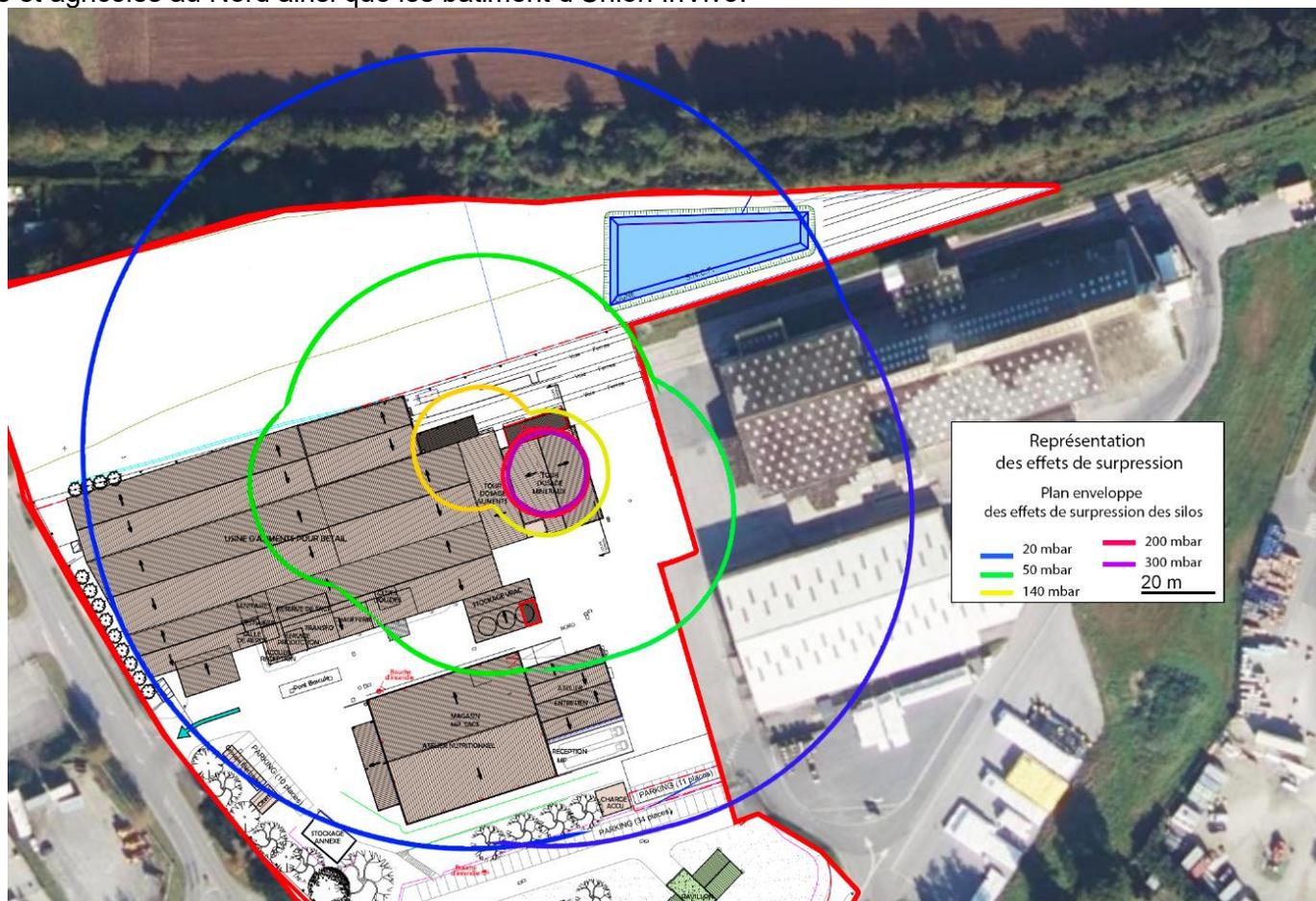


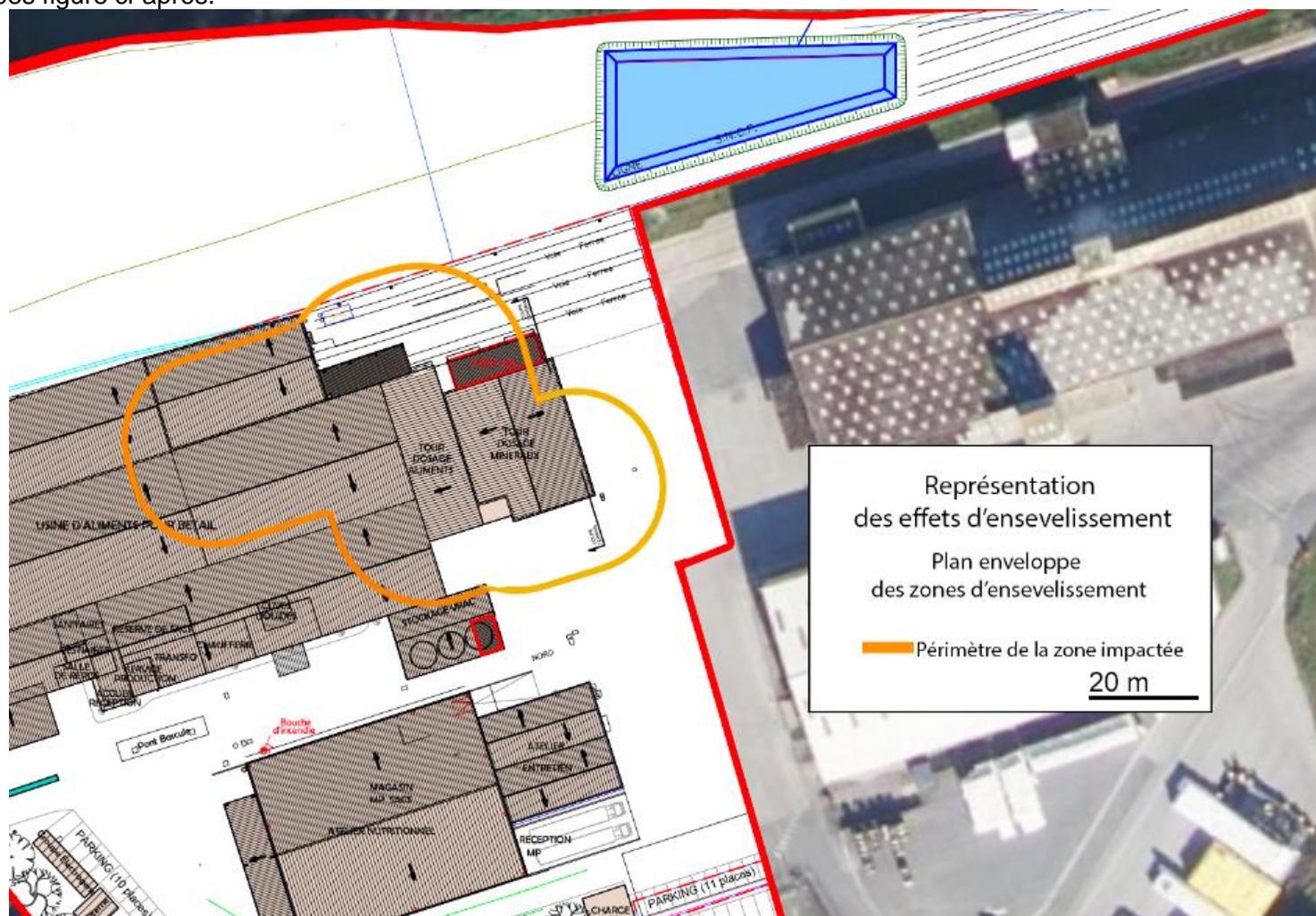
Figure 8: Zones de dangers pour l'incendie du stockage PF – Cible située à 28 mètre du sol

Phénomènes d'explosion de silos

Les modélisations d'une explosion de silos n'ont pas mis en évidence d'atteinte de seuil d'effets létaux en dehors de l'établissement, comme l'illustre la cartographie suivante. Les effets irréversibles (flux verts correspondant au seuil de 5 mbar) sortiraient des limites de propriété uniquement sur les voies de circulation communes avec Union InVivo. Ces voies sont sur la propriété de la société Union InVivo. Des effets sur les structures seraient également constatés à l'extérieur de l'établissement. Il s'agit des effets de type bris de verre. Ils impacteraient des terrains boisés et agricoles au Nord ainsi que les bâtiment d'Union InVivo.

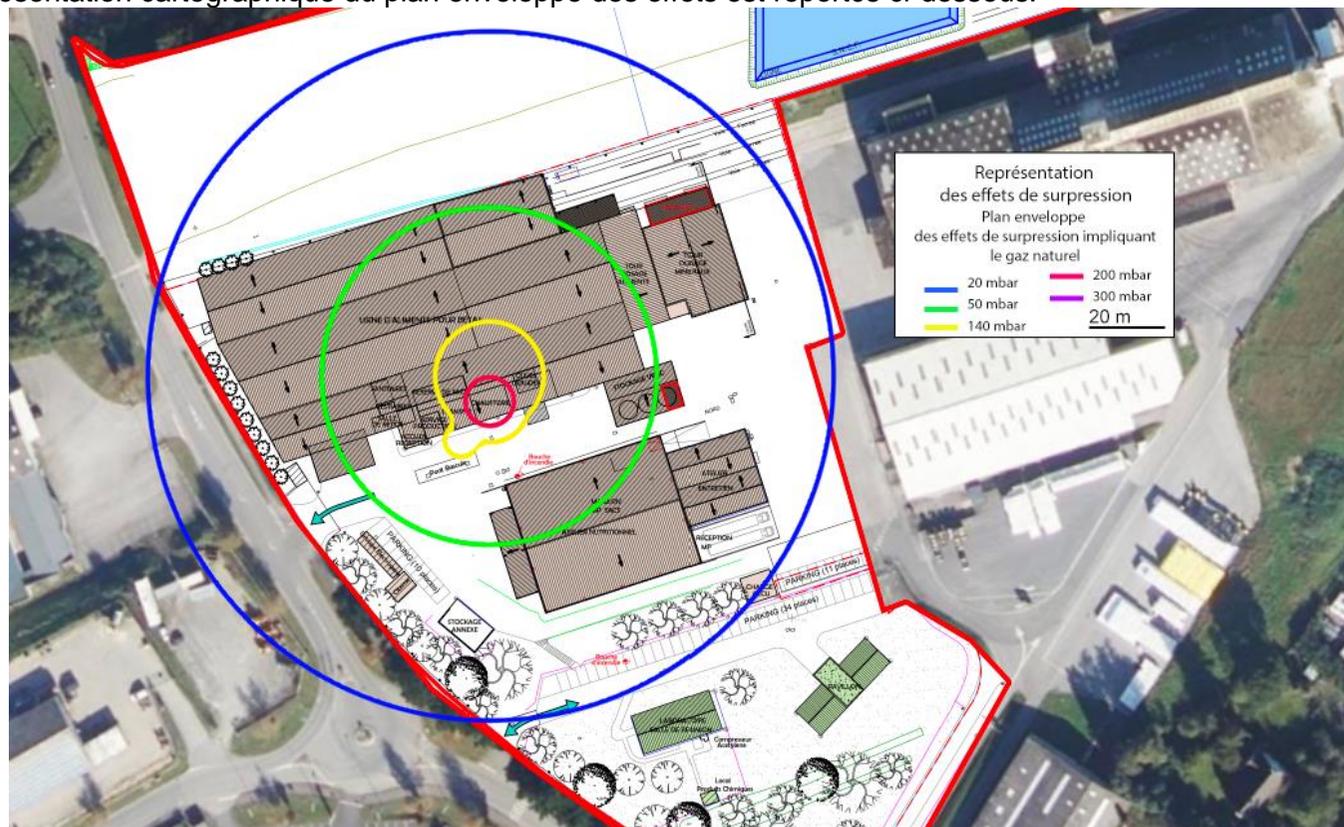


Des scénarios d'ensevelissement générés suite à la rupture de silos après une explosion ont également été considérés. Le plan enveloppe des zones impactées figure ci-après.



Phénomènes d'explosion impliquant la canalisation de gaz naturel

Pour le procédé de fabrication, l'établissement est raccordé au gaz naturel. Des scénarios de fuite et d'explosion du nuage gazeux ont été modélisés. La représentation cartographique du plan enveloppe des effets est reportés ci-dessous.



Il ressort qu'aucun des seuils d'effets sur l'homme (irréversibles et létaux (50 mbar, 140 mbar et 200 mbar) ne sortirait des limites de l'établissement. En revanche des effets sur les structures seraient constatés. Ces effets correspondent au bris de verre. Ils impacteraient la voirie commune avec InVivo à l'Est et la RD41 ainsi que des aménagements extérieur à l'Ouest.

Etude détaillée de réduction des risques

L'objectif de cette étude détaillée de réduction des risques a pour but de justifier de l'acceptabilité des phénomènes dangereux dont les effets irréversibles et létaux sont susceptibles de sortir des limites de propriété, au regard des intérêts impactés et de la probabilité d'apparition de ces phénomènes.

Cette acceptabilité est déterminée en tenant compte du positionnement du couple gravité / probabilité de chaque scénario au sein de la matrice d'acceptabilité définie.

Les caractéristiques des scénarios identifiés comme scénario d'accident majeur sont synthétisées ci-après en termes de gravité, de probabilité et de cinétique.

Type d'effets	Phénomène dangereux	Gravité	Probabilité	Cinétique
Effets toxiques	Emissions de fumées toxiques suite à l'incendie du bâtiment de stockage des matières premières	Modérée	B	Rapide
	Emissions de fumées toxiques suite à l'incendie du bâtiment de stockage des produits finis	Modérée	B	Rapide
Effets de surpression	Explosion d'un silo de 70 m ³	Modérée	C	Rapide
	Explosion d'un silo de 40 m ³	Modérée	C	Rapide

Signification de la cotation de probabilité :

B : « Evènement probable » : un évènement qui peut se produire durant la durée de vie de l'installation

C : « Evènement improbable » : un évènement qui peut s'est déjà produit dans le secteur d'activités sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.

Ces scénarios sont positionnés au sein de la matrice de criticité définie ci-après.

Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré			Explosion d'un silo de 70 m ³ et 40 m ³	Emissions de fumées d'un incendie au sein des bâtiments MP ou PF	

Les cases :

- « rouges » concernent des scénarios non acceptables,
- « oranges » concernent des scénarios nécessitant la mise en œuvre de mesures de maîtrise complémentaires au regard des enjeux identifiés tout en restant dans des conditions économiquement acceptables,
- « bleues » correspondent aux scénarios acceptables ne nécessitant pas la mise en place de mesures de maîtrise des risques supplémentaires.

Il ressort de cette étude que les scénarios sont jugés comme acceptables au regard des enjeux et de la probabilité des phénomènes associés.

SOMMAIRE

PREAMBULE.....	12
CHAPITRE I. ENVIRONNEMENT DE L'ETABLISSEMENT	15
I. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET CARACTERISATION DES CIBLES	15
I.1. IMPLANTATION GENERALE	15
I.2. OCCUPATION DES ABORDS.....	16
I.2.1 Occupation globale.....	16
I.2.3 Occupation en champ proche	18
I.3. SENSIBILITE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL	20
I.3.1 Milieu naturel	20
I.3.2 Géologie.....	21
I.3.1 Hydrogéologie et hydrographie.....	21
I.3.2 Hydrogéologie et hydrographie	22
I.3.3 Synthèse de la sensibilité du milieu naturel.....	23
I.4. SYNTHESE DES CIBLES.....	23
II. CARACTERISATION DE LA VULNERABILITE DE L'INSTALLATION A SON ENVIRONNEMENT.....	24
II.1. VULNERABILITE AUX ACTIVITES HUMAINES EXTERIEURES A L'ETABLISSEMENT	25
II.1.1 Installations voisines	25
II.1.2 Infrastructures de transport.....	28
II.1.3 Malveillance	29
II.2. VULNERABILITE AUX ELEMENTS NATURELS	30
II.2.1 Inondations.....	30
II.2.2 Mouvements de terrains	32
II.2.3 Feu de forêt	33
II.2.4 Conditions Météorologiques.....	34
II.2.5 Séismes	35
II.2.6 Foudre	36
II.2.7 Radon.....	36
CHAPITRE II. POTENTIELS DE DANGERS.....	37
I. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ETABLISSEMENT.....	37
I.1. RAPPEL DE L'ACTIVITE	37
I.2. RAPPEL DES PRODUITS STOCKES.....	38
I.3. RAPPEL DES INSTALLATIONS	39
II. ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE.....	44
II.1. ACCIDENTOLOGIE DU SECTEUR D'ACTIVITES	44
II.1.1 Usine de fabrication d'aliments pour animaux	44
II.1.2 Cas du stockage spécifique de produits de type 4510 et 4511	47
II.2. ACCIDENTOLOGIE DU SITE ET DES AUTRES SITES SERMIX.....	48
III. ANALYSE DES DANGERS PRESENTES PAR LES PRODUITS	52
III.1. DANGERS PRESENTES PAR LES MATIERES PREMIERES	52
III.2. DANGERS PRESENTES PAR LES PRODUITS FINIS.....	53
III.3. CAS DES AUTRES PRODUITS SPECIFIQUES	53
III.4. DANGERS PRESENTES PAR LES EMBALLAGES	53

III.5. DANGERS LIES AUX INCOMPATIBILITES	53
IV. ANALYSE DES DANGERS PRESENTES PAR L'ACTIVITE.....	55
IV.1. ACTIVITE PRINCIPALE	55
IV.2. ACTIVITES ANNEXES ET UTILITES	56
IV.2.1 Activités annexes.....	56
IV.2.2 Utilités	57
V. SYNTHESE DES POTENTIELS DE DANGERS	60
VI. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS	62

CHAPITRE III. MOYENS DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION..... 63

I. LE SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE	64
I.1. L'ORGANISATION ET LA FORMATION	64
I.2. L'IDENTIFICATION ET L'EVALUATION DES RISQUES LIES AUX ACCIDENTS MAJEURS,.....	64
I.3. LA MAITRISE DES PROCEDES ET LES MAITRISES D'EXPLOITATION	64
I.4. LA CONCEPTION ET LA GESTION DES MODIFICATIONS	64
I.5. LA GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE	65
I.6. LA SURVEILLANCE DES PERFORMANCES	65
I.7. LES AUDITS ET LES REVUES DE DIRECTION.....	65
II. MOYENS ORGANISATIONNELS	66
II.1. CONSIGNES.....	66
II.2. PLAN D'OPERATION INTERNE	67
II.3. PLAN DE DEFENSE INCENDIE	67
II.4. FORMATIONS	68
II.5. AUTRES MESURES ORGANISATIONNELLES	68
III. DISPOSITIFS CONSTRUCTIFS	69
III.1. GENERALITES.....	69
IV. DISPOSITIFS TECHNIQUES (EQUIPEMENTS).....	70
IV.1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES	70
IV.2. ASPIRATION DES POUSSIERS	70
IV.3. DETECTION INCENDIE.....	70
IV.4. EQUIPEMENTS DE PREMIERE INTERVENTION	71
IV.5. EQUIPEMENTS DE SECURITE DES EQUIPEMENTS DE COMBUSTION	71
V. MOYENS D'INTERVENTION DISPONIBLES AUX SERVICES DE SECOURS	72
V.1. ACCESSIBILITE.....	72
V.2. VOIE ENGIN.....	72
V.3. RESSOURCES EN EAU ET EQUIPEMENTS ASSOCIES	73
V.3.1 Besoins en eau	73
V.3.2 Points d'eau.....	75
V.3.3 Adéquation des besoin en eau.....	75
V.4. CAPACITES DE RETENTION.....	76

CHAPITRE IV. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 78

I. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	78
II. APPLICATION AU SITE.....	80
II.1. ANALYSE DES RISQUES	80
II.2. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS.....	92

CHAPITRE V. EVALUATION QUANTITATIVE DES PHENOMENES DANGEREUX 93

I. METHODOLOGIE DE L’EVALUATION QUANTITATIVE DES PHENOMENES DANGEREUX	93
I.1. EFFETS THERMIQUES.....	93
I.1.1 Seuils d’effets	93
I.1.2 Méthodologie de modélisation des effets	94
I.2. EFFETS TOXIQUES.....	95
I.2.1 Seuils d’effets	95
I.2.2 Modèle de calcul	95
I.3. EFFETS DE SURPRESSION.....	96
I.3.1 Description du phénomène.....	96
I.3.2 Seuils d’effets	96
I.3.3 Méthodologie de modélisation des effets - silos	97
I.4. EFFETS D’ENSEVELISSEMENT	98
I.4.1 Méthodologie de modélisation des effets –	99
I.5. COTATION DE LA GRAVITE DES PHENOMENES SORTANTS	101
II. EVALUATION DES EFFETS THERMIQUES	102
II.1. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DES MATIERES PREMIERES	103
II.1.1 Hypothèses de modélisation.....	103
II.1.2 Résultats de modélisation	105
II.2. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DE PALETTES BOIS	108
II.2.1 Hypothèses de modélisation.....	108
II.2.2 Résultats de modélisation	109
II.3. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS FINIS	111
II.3.1 Hypothèses de modélisation.....	111
II.3.2 Résultats de modélisation	112
III. EVALUATION DES EFFETS TOXIQUES	117
III.1. MODELISATION DES EFFETS.....	117
III.2. LISTE DE DECOMPOSITION DES PRODUITS	118
IV. EVALUATION DES EFFETS DE SURPRESSION.....	125
IV.1. EXPLOSION D’UN SILO DE 85 M ³	126
IV.1.1 Hypothèses de modélisation.....	126
IV.1.2 Résultats de modélisation.....	126
IV.1.3 Incidence d’un ensevelissement	127
IV.1. EXPLOSION D’UN SILO DE 80 M ³	129
IV.1.1 Hypothèses de modélisation.....	129
IV.1.2 Résultats de modélisation.....	129
IV.1.3 Incidence d’un ensevelissement	131
IV.2. EXPLOSION D’UN SILO DE 70 M ³	132
IV.2.1 Hypothèses de modélisation.....	132
IV.2.2 Résultats de modélisation.....	133
IV.2.3 Incidence d’un ensevelissement	135
IV.3. EXPLOSION D’UN SILO DE 60 M ³	136
IV.3.1 Hypothèses de modélisation.....	136
IV.3.2 Résultats de modélisation.....	136
IV.3.3 Incidence d’un ensevelissement	138
IV.4. EXPLOSION D’UN SILO DE 45 M ³	139
IV.4.1 Hypothèses de modélisation.....	139
IV.4.2 Résultats de modélisation.....	140
IV.4.3 Incidence d’un ensevelissement	141
IV.5. EXPLOSION D’UN SILO DE 40 M ³	143
IV.5.1 Hypothèses de modélisation.....	143
IV.5.2 Résultats de modélisation.....	143
IV.5.3 Incidence d’un ensevelissement	146

IV.6. EXPLOSION D’UN SILO DE 12 M3	147
IV.6.1 Hypothèses de modélisation.....	147
IV.6.2 Résultats de modélisation.....	147
IV.6.3 Incidence d’un ensevelissement	150
IV.7. EXPLOSION D’UN NUAGE DE GAZ SUITE A UNE FUITE DANS LE LOCAL DU SHUGGI	151
IV.8. EXPLOSION D’UN NUAGE DE GAZ EN MILIEU CONFINE (CHAUFFERIE)	153
IV.9. EXPLOSION D’UN NUAGE DE GAZ EN MILIEU NON CONFINE (CANALISATION DE GAZ EXTERIEURE).....	155
V. SYNTHESE	160

CHAPITRE VI. ETUDE DETAILLEE DE REDUCTION DES RISQUES **161**

I. METHODOLOGIE DE L’EDRR.....	161
I.1. COTATION DE LA PROBABILITE D’OCCURRENCE DES SCENARIOS D’ACCIDENTS MAJEURS	161
I.1.1 Présentation de l’approche	161
I.1.2 Evaluation de la prise en compte d’une mesure de prévention ou d’intervention	163
I.2. COTATION DE LA CINETIQUE	163
I.3. ACCEPTABILITE DES ACCIDENTS.....	164
II. APPLICATION AU SITE	165
II.1. CINETIQUE	165
II.2. PROBABILITE D’OCCURRENCE DES ACCIDENTS.....	165
II.3. ACCEPTABILITE DES SCENARIOS D’ACCIDENTS	171

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Schéma des étapes de réalisation de l’étude de dangers.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 2 : Carte de localisation du site de SERMIX à Loudéac</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : Occupation principale autour du site</i>	<i>16</i>
<i>Figure 4 : Réseaux de circulation du secteur (source : Géoportail)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 5 : Occupation des abords de site dans l’environnement proche</i>	<i>18</i>
<i>Figure 6 : Milieux naturels du secteur d’étude</i>	<i>20</i>
<i>Figure 7 : Extrait de la carte géologique du secteur (source : infoterre.brgm.fr).....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Synthèse des cibles identifiées.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 9 : Localisation des Installations Classées pour la Protection de l’Environnement proches (source : Géorisques, 2022).....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 10 : Principales caractéristiques des installations classées présentes dans l’environnement proche du site</i>	<i>26</i>
<i>Figure 11 : Extrait du PLUi-H de Loudéac Communauté Bretagne Centre - Plan des servitudes (source : PLUi-H Loudéac Communauté Bretagne Centre)</i>	<i>30</i>
<i>Figure 12 : Zonage de la sensibilité aux remontées de nappes (source : BRGM)</i>	<i>31</i>
<i>Figure 13: Cartographie de l’inventaire des cavités souterraines hors mines (source : DDRM - 2021).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 14 : Cartographie de l’exposition au retrait et gonflement des argiles (source : DDRM - 2021).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 15 : Cartographie de l’aléa retrait et gonflement des argiles et mouvements de terrains (source : Géorisques)</i>	<i>33</i>
<i>Figure 16 : Rose des vents station Loudéac (source : Meteoblue.com).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 17 : Diagramme de fabrication des prémix et des aliments minéraux vitaminisés.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 18 : Vues des équipements démontés et nouveaux équipements installés dans le cadre du projet</i>	<i>40</i>
<i>Figure 19 : Synthèse des installations démontées dans le cadre du projet</i>	<i>41</i>
<i>Figure 20 : Synthèse des installations ajoutées dans le cadre du projet</i>	<i>42</i>
<i>Figure 21 : Evolution de l’accidentologie dans la fabrication d’aliments pour animaux de ferme de 1982 à 2017 (source : Bilan de l’accidentologie, Tecaliman, 09/2019).....</i>	<i>45</i>

Figure 22 : Equipements déclencheur dans la fabrication d'aliment pour animaux de ferme (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019).....	45
Figure 23 : Causes des incendies et des incendies suivis d'une explosion (206 accidents) (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019).....	46
Figure 24 : Cause des explosions et explosions suivi d'un incendie (25 accidents) (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019).....	46
Figure 25 : Synthèse des potentiels de dangers du site.....	61
Figure 26 : Positionnement des poteaux incendie et essais de 2020.....	75
Figure 27 : étapes de la méthode FLUMIlog.....	94
Figure 28 : Schéma représentant le calcul des distances perçus à hauteur d'homme selon le point d'évacuation de la surpression.....	98
Figure 29 : Méthodologie de détermination des distances d'effets lié à un ensvelissement (extrait du guide silo).....	98
Figure 30 : Echelle de cotation de la gravité des phénomènes dangereux sortants issue de l'arrêté du 29 septembre 2005.....	101
Figure 31 : Caractéristiques thermiques d'un prémix (issu du rapport de combustibilité des prémix).....	104
Figure 32 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 85 m ³).....	127
Figure 33 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 80 m ³).....	130
Figure 34 : Ordre de grandeur des pression de ruptures des silos suivants leur matériaux (extrait guide silos).....	132
Figure 35 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 70 m ³).....	134
Figure 36 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 60 m ³).....	137
Figure 37 : Ordre de grandeur des pression de ruptures des silos suivants leur matériaux (extrait guide silos).....	139
Figure 38 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 45 m ³).....	140
Figure 39 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 40 m ³).....	144
Figure 40 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 12 m ³).....	148
Figure 41 : Recommandation d'indice de sévérité multi-énergie u GTDLI.....	151
Figure 42 : Atteinte de la LIE - Rupture de la canalisation de gaz.....	156
Figure 43 : Atteinte de la LIE - Fuite partielle (50 %) sur la canalisation de gaz.....	156
Figure 44 : Choix de l'indice de violence d'explosion selon Kinsella.....	158
Figure 45 : Exemple d'un nœud papillon (schéma extrait du DRA-18-171229-00918A – Agrégation semi-quantitative des probabilités dans les études de dangers des installations classées – OMEGA 25, version du 26/01/2018, édité par l'INERIS).....	162

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Rappel des produits entreposés.....	38
Tableau 2 : Synthèse des potentiels de dangers.....	61
Tableau 3 : Conditions météorologiques retenues pour les dispersions atmosphériques.....	100
Tableau 4 : Principales caractéristiques des produits pulvérulent vrac (issues du DRPCE Sermix et base CARATEX).....	125
Tableau 5 : Synthèse de l'évaluation quantitative des phénomènes dangereux.....	160
Tableau 6 : Classe de probabilité d'occurrence annuelle définie dans l'arrêté du 29 septembre 2005.....	163
Tableau 7 : Matrice d'acceptabilité des accidents majeurs.....	171

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 : Notes de calcul de prise en compte des conditions météorologiques pour certaines installations</i>	<i>35</i>
<i>Annexe 2 : Analyse du Risque Foudre et Etude Technique, DEKRA, aout 2022</i>	<i>36</i>
<i>Annexe 3 : Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM).....</i>	<i>63</i>
<i>Annexe 4 : Résultat d'essai des poteaux incendie, 2024</i>	<i>75</i>
<i>Annexe 5 : Rapports FLUMIllog</i>	<i>103</i>
<i>Annexe 6 : Rapport de combustibilité des prémix</i>	<i>104</i>
<i>Annexe 7 : Rapport de modélisation des émissions toxiques, Technisim, octobre 2022</i>	<i>117</i>
<i>Annexe 8 : Préaffectation des silos.....</i>	<i>125</i>
<i>Annexe 9 : Plan d'implantation des principaux silos (non largement diffusable).....</i>	<i>125</i>
<i>Annexe 10 : Plans des silos d'envergure</i>	<i>125</i>
<i>Annexe 11 : Caractéristiques de résistances des silos</i>	<i>126</i>
<i>Annexe 12 : Plan d'implantation des canalisations gaz aérienne</i>	<i>151</i>

GLOSSAIRE

- Danger**¹ : « propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore,...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbe), etc., et de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible qui caractérisent le danger). »
- Potentiel de dangers**^{*} : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé. Exemples : un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu, à une charge disposée en hauteur correspond le danger lié à son énergie potentielle, à une charge en mouvement celui de l'énergie cinétique associée, etc.
- Aléa**^{*} : Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple (Probabilité d'occurrence * Intensité des effets). Il est spatialisé et peut être cartographié.
- Risque**^{*} : Combinaison de la probabilité d'un évènement et de ses conséquence / combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité.
- Réduction du risque**^{*} : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives associés à un risque, ou les deux. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité.
- Évènement redouté central**^{*} : Évènement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés " phase pré-accidentelle " et les événements situés en aval " phase post-accidentelle ".

(*) Définitions extraites de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Évènement initiateur * : Évènement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'évènement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'évènements à l'origine de cette cause directe.

Phénomène dangereux * : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29/09/2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une " Source potentielle de dommages "

Accident * : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène.

Scénario d'accident (majeur) * : Enchaînement d'évènements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'évènements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Effets dominos * : Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène.

Cinétique * : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'évènement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Effets d'un phénomène dangereux * : Ce terme décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques,... associés à un phénomène dangereux concerné : flux thermique, concentration toxique, surpression, etc.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou cibles] tels que " homme ", "structures". Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de

l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Gravité * : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets. La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées.

Probabilité d'occurrence * : La probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

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

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

Mesures de maîtrise des risques * : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation * : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) * : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Niveau de confiance * : Le niveau de confiance est l'architecture (redondance éventuelle) et la classe de probabilité, pour qu'une mesure de maîtrise des risques, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de

sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette classe de probabilité est déterminée pour une efficacité et un temps de réponse donnés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques * : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

PREAMBULE

La présente Étude De Dangers (EDD) constitue une pièce jointe du dossier de demande d'autorisation environnementale prévue au 10° du point I de l'article D181-15-2 du Code de l'Environnement.

Conformément au III de l'article susmentionné, cette étude a pour objectif de :

- déterminer les risques présentés par l'installation et susceptibles d'impacter les intérêts mentionnés à l'article L.181-3 du Code de l'Environnement,
- préciser la nature et l'organisation des moyens de secours internes et externes disponibles,
- caractériser la probabilité d'occurrence, la gravité et la cinétique des accidents majeurs identifiés, le cas échéant,
- justifier de l'acceptation du risque au regard des mesures de réduction des risques mises en place ou prévues.

Son élaboration s'appuie sur les textes suivants :

- 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,
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003,
- Arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement.

En référence aux dispositions réglementaires, cette étude est proportionnée aux dangers présentés par l'installation.

Ainsi, la présente étude de dangers s'articule autour de 6 grandes étapes, synthétisées dans le schéma suivant :

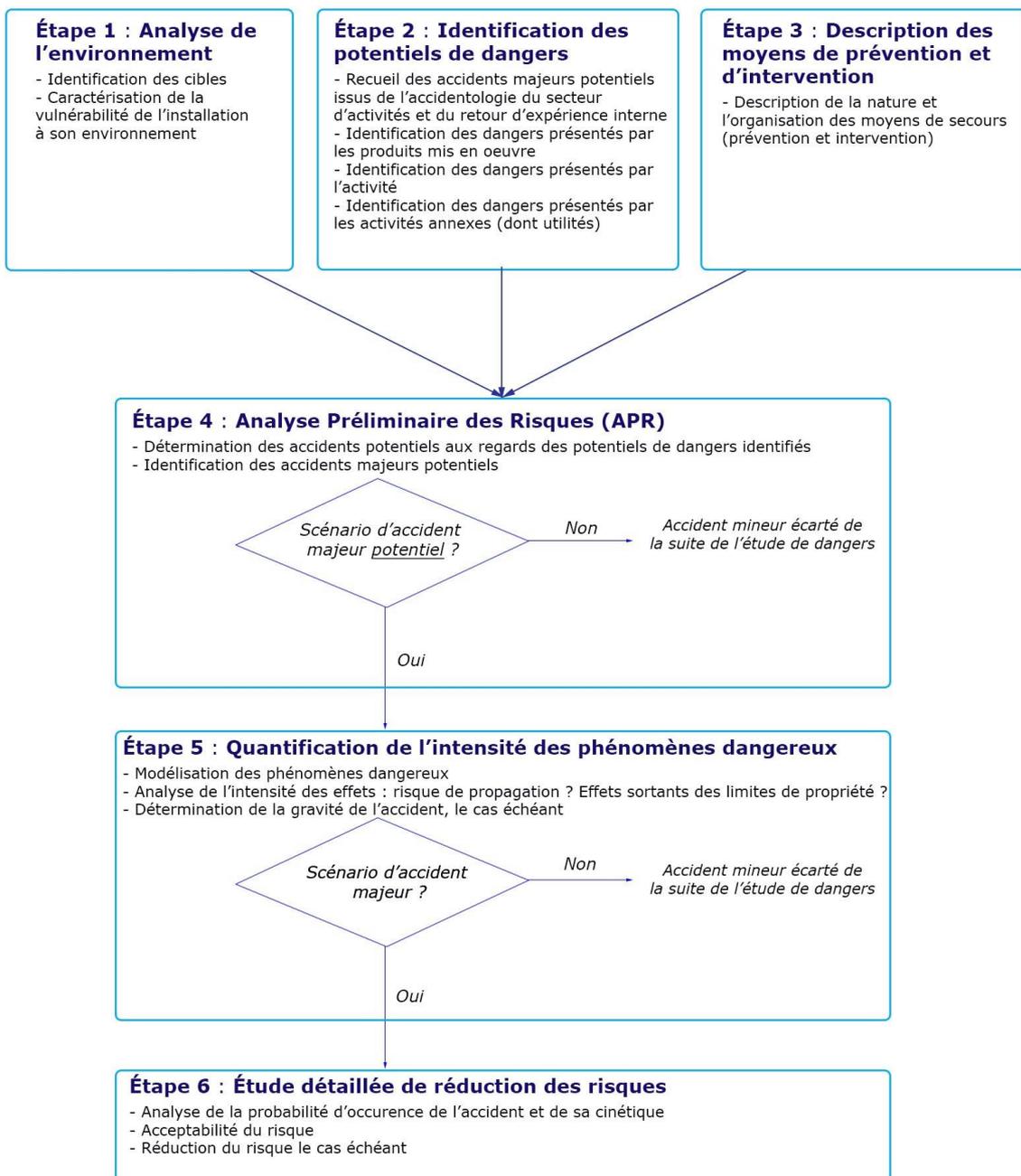


Figure 1 : Schéma des étapes de réalisation de l'étude de dangers

Précisons que dans cette étude, la terminologie suivante est considérée :

- un accident est considéré comme « accident majeur » lorsque celui-ci est susceptible d'exposer directement (effets sortants des limites de propriété) ou indirectement (effets entraînant des effets dominos engendrant des effets sortants) les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du Code de l'Environnement,
- un accident est considéré comme « accident mineur » lorsque celui-ci ne répond pas aux caractéristiques d'un accident majeur.

Dans la suite de l'étude, ces étapes sont découpées en 6 chapitres :

- Chapitre I : Environnement de l'établissement
- Chapitre II : Potentiels de dangers
- Chapitre III : Moyens de prévention, de protection et d'intervention
- Chapitre IV : Analyse préliminaire des risques
- Chapitre V : Etude quantitative des phénomènes dangereux
- Chapitre VI : Etude Détaillée de Réduction des Risques

Cette étude est synthétisée au sein du résumé non technique de l'étude de dangers, joint à la présente pièce. Ce résumé a notamment pour vocation de présenter la probabilité et la cinétique des accidents potentiels identifiés dans cette étude de dangers ainsi que la cartographie des zones d'effets des risques significatifs.

Fascicule 1 : Résumé non technique de l'étude de dangers

CHAPITRE I. ENVIRONNEMENT DE L'ETABLISSEMENT

Pour rappel, le présent chapitre a pour but de caractériser l'environnement du site afin d'identifier les cibles qui pourraient être impactées par un accident majeur sur le site et d'identifier la vulnérabilité de l'établissement par rapport à son environnement (agressions externes susceptibles d'engendrer des accidents majeurs indirectement).

Notons que ce chapitre synthétise certaines caractéristiques de l'environnement qui font d'ores et déjà l'objet d'un développement approfondi au sein de l'étude d'impact jointe au présent dossier de demande d'autorisation environnementale. Pour plus de descriptions, le lecteur pourra se reporter à cette étude.

I. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET CARACTERISATION DES CIBLES

I.1. IMPLANTATION GENERALE

Le projet de la société SERMIX est de réorganiser les activités de production du site de Loudéac. Cette réorganisation va entraîner à terme une augmentation de stockage de certaines matières dangereuses. Cet établissement est localisé au sein du parc d'activités du Dr. Etienne sur la commune de Loudéac, dans le département des Côtes-d'Armor (22).

Sa localisation est présentée sur la cartographie ci-dessous ainsi que sur le plan de localisation joint au présent dossier (PJ.1).

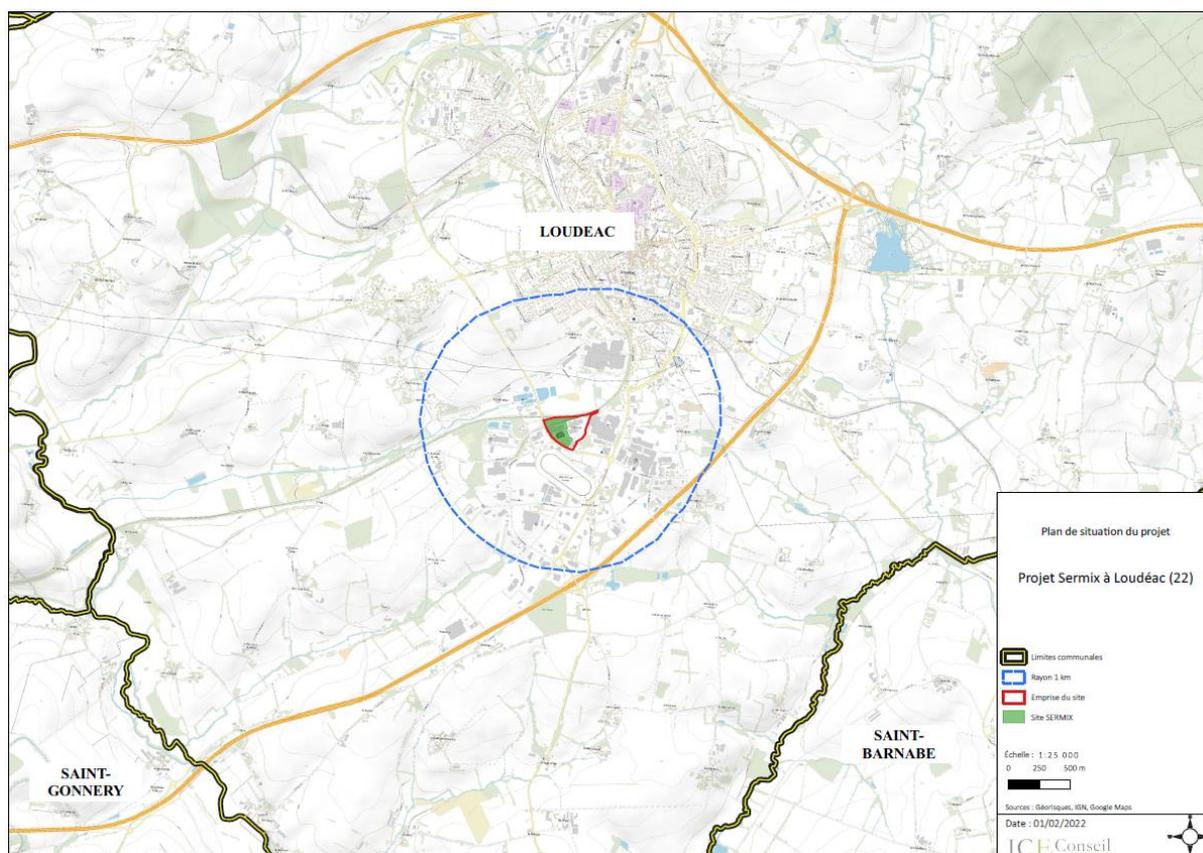


Figure 2 : Carte de localisation du site de SERMIX à Loudéac

I.2. OCCUPATION DES ABORDS

I.2.1 OCCUPATION GLOBALE

L'occupation générale aux abords du projet est illustrée sur la cartographie ci-dessous.



Figure 3 : Occupation principale autour du site

Cette cartographie illustre que le site est implanté au sein d'une zone d'activités majoritairement industrielle. Autour de cette zone d'activités, on trouve également de nombreux terrains agricoles parmi lesquels sont parsemées des zones d'habitation puis au Nord, le centre-ville de la commune.

Vis-à-vis des réseaux de circulation, le secteur d'étude est principalement marqué par le passage de la RN164 reliant Montauban-de-Bretagne (35) à Châteaulin (29). Des réseaux secondaires tels que la RD700, la RD41 et RD778 s'insèrent ensuite dans l'environnement du secteur d'étude et permettent d'accéder à la RN164. La circulation ferroviaire marque très faiblement le secteur. En effet, la voie ferrée la plus proche est localisée à plus de 23 km au Sud-Ouest du site.

Ces réseaux sont illustrés sur l'extrait cartographique ci-après.

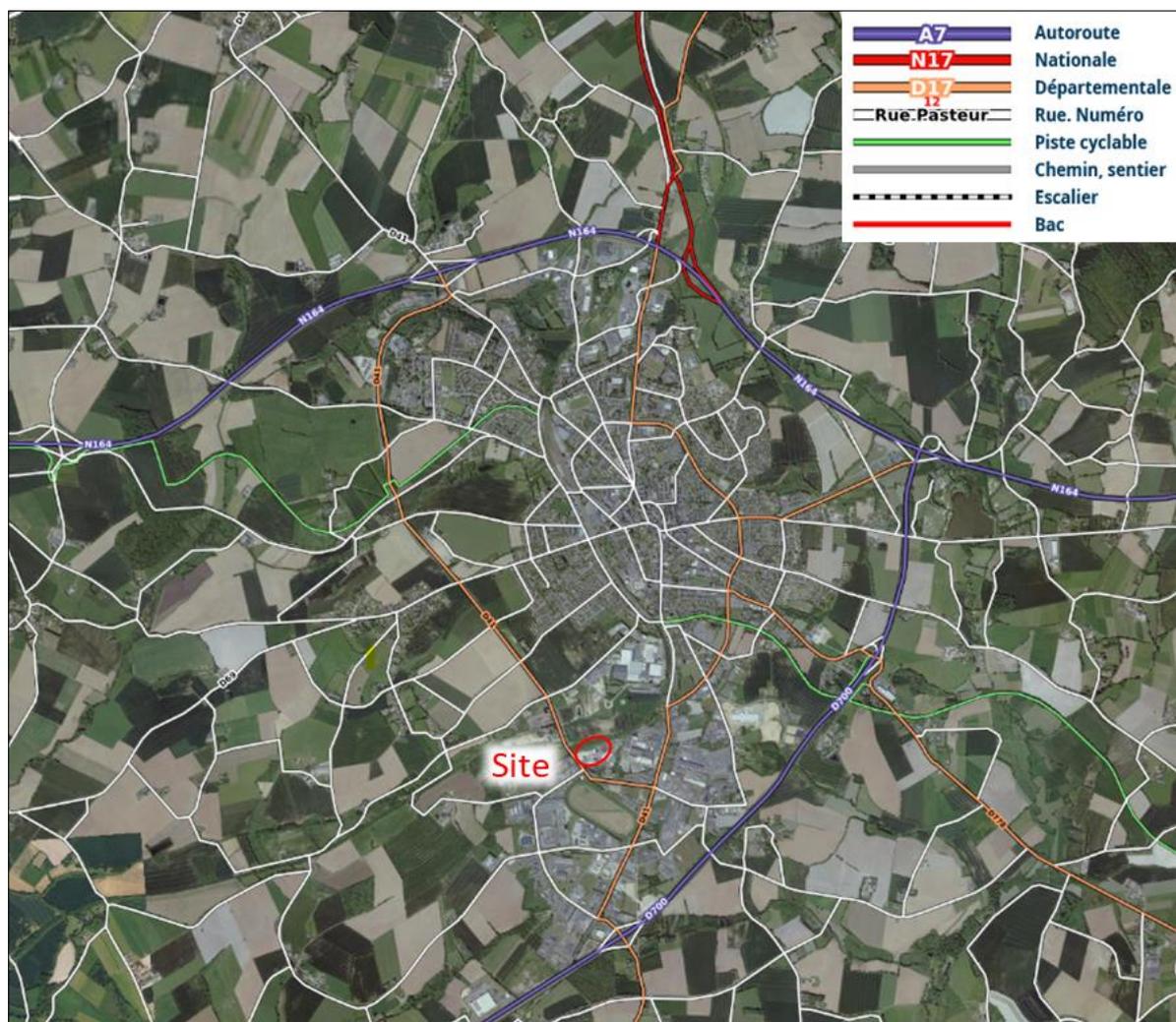


Figure 4 : Réseaux de circulation du secteur (source : Géoportail)

Il peut être noté qu'aucun autre type de transport d'envergure (aéroport) n'est localisé dans un rayon de 2 km autour du site. Le plus proche est l'aérodrome de Pontivy localisé à environ 17 km au Sud de l'établissement.

I.2.3 OCCUPATION EN CHAMP PROCHE

L'environnement en champ proche de l'établissement SERMIX est constitué :

- A l'Ouest :
 - o des entreprises dont un groupement d'achat et une agence de location de matériel,
- A l'Est :
 - o une entreprise de stockage d'engrais (société INVIVO), disposant d'une clôture commune avec la société SERMIX,
 - o des entreprises de l'artisanat dont un peintre décorateur et un maçon-paysagiste,
 - o diverses entreprises industrielles dont une boucherie, une coopérative agricole,
 - o un garage automobile,
- Au Nord :
 - o une ancienne voie de chemin de fer désormais désaffectée,
 - o des parcelles agricoles dont une partie est répertoriée comme zone humide au sein du PLU ainsi qu'une habitation,
- Au Sud :
 - o des entreprises industrielles et de services dont une entreprise qui propose des solutions industrielles et une agence de publicité,
 - o une habitation,
 - o un hippodrome.

Cet environnement est synthétisé et localisé sur le plan des abords disponible en pièce jointe n°2. Ce plan est repris dans la figure ci-après.

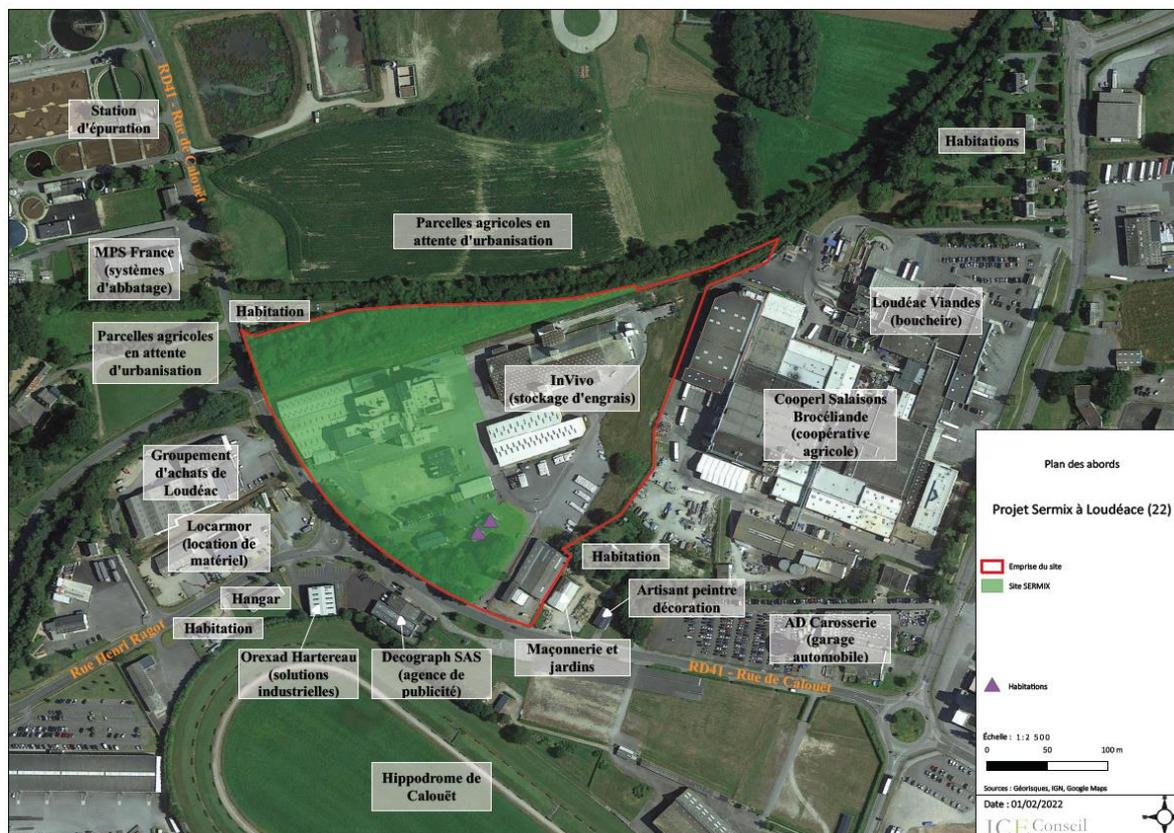


Figure 5 : Occupation des abords de site dans l'environnement proche

Enfin, il peut être noté que :

- deux habitations sont implantées au sein même du site. L'une n'est pas habitée et la seconde est occupée par un salarié de l'entreprise SERMIX et sa famille. Ses habitations sont considérées comme tiers dans la présente étude de dangers. Par ailleurs, une habitation est implantée au bord de la RD41 au Nord-Ouest de la limite de propriété du site à environ 75 m au Nord du bâtiment de stockage des produits finis et une autre habitation est localisée en limite de propriété Sud-Est à environ 180 m des tours de fabrication.
- il n'y a aucun Établissement Recevant du Public (ERP) sensible à proximité immédiate de l'établissement. Les plus proches sont localisés à environ 1,5 km au Nord-Est du site, il s'agit de l'école Saint-Joseph et le centre-ville de Loudéac et son église à environ 1,5 km au Nord du site.
- il existe autour de l'établissement des points de rassemblement réguliers et/ou occasionnels. Le plus proche est l'hippodrome de Calouët localisé à environ 60 m au Sud de l'établissement. Il accueille quatre courses de chevaux par an.

I.3. SENSIBILITE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

I.3.1 MILIEU NATUREL

Aucun milieu naturel remarquable (NATURA 2000, ZNIEFF, ZICO,...) n'est présent dans un périmètre de 2 km autour du site (pour rappel, le rayon d'affichage n'est que d'1 km). Les premiers milieux naturels d'intérêt sont observés dans un rayon de 10 km autour de l'établissement.



Figure 6 : Milieux naturels du secteur d'étude

I.3.2 GEOLOGIE

Selon l'extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Loudéac n°314 (éditions BRGM), le contexte géologique local est composé de formations Néoprotérozoïque et paléozoïque anté-ordovicien. Le sol est composé de roches essentiellement silteuses avec intercalations sporadiques de bancs de grès fins peu épais.

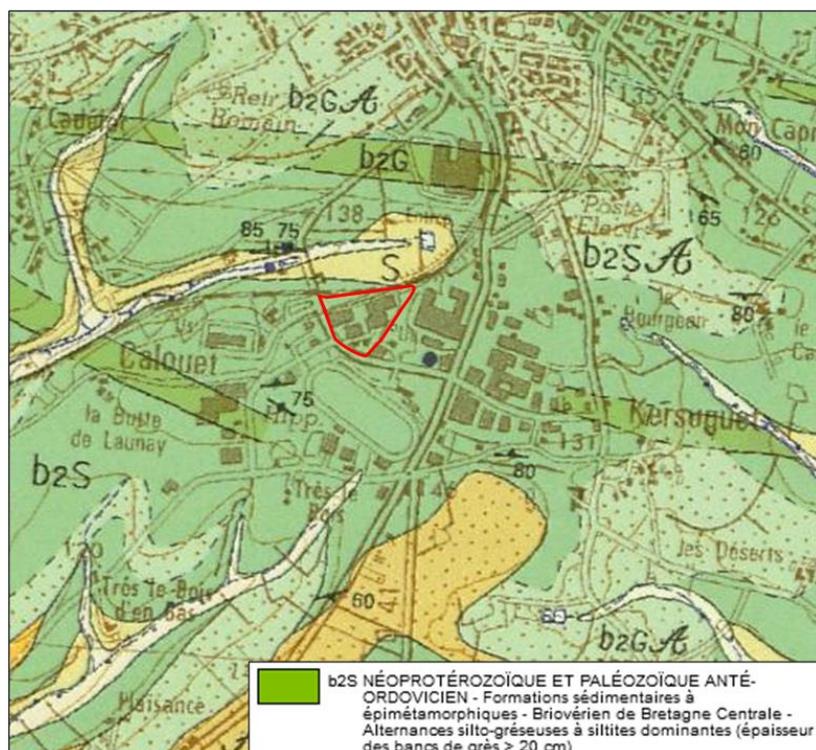


Figure 7 : Extrait de la carte géologique du secteur (source : infoterre.brgm.fr)

I.3.1 HYDROGEOLOGIE ET HYDROGRAPHIE

Au droit des terrains de l'établissement et globalement sur l'ensemble de la zone d'étude, la masse d'eau souterraine se développe dans des formations de type socle dont le système principal est libre. Au droit des terrains, la masse d'eau est la masse d'eau du bassin versant de la Vilaine. Cette masse d'eau s'étend sur 6 départements, représentant une superficie totale de 11 029 m² dont la majorité est à l'affleurement (10 841 m²). Elle est alimentée par les écoulements des eaux pluviales.

Cette masse d'eau est un point d'approvisionnement majeur dans l'alimentation en eau potable du secteur d'étude. Elle est également utilisée par de nombreux forages. D'après la fiche d'identification de cette masse d'eau fourni par le SIGES de Bretagne, les puits « traditionnels » sont très vulnérables aux pollutions accidentelles ou diffuses puisqu'ils captent l'eau dans la première dizaine de mètres de roche altérée. En revanche, les aquifères profond subissent des phénomènes de dénitrification naturelles qui réduit significativement les teneurs en nitrate.

Le contexte hydrographique local est quant à lui constitué d'un réseau de ruisseaux se déversant dans l'Oust à environ 4 km à l'Ouest du site. Au droit du site, les écoulements d'eaux pluviales sont dirigés vers le réseau d'eaux pluviales de la zone d'activités. Ce réseau oriente les eaux pluviales vers les bassins implantés au Nord de l'établissement, à proximité de la station d'épuration.

I.3.2 HYDROGEOLOGIE ET HYDROGRAPHIE

Au droit des terrains de l'établissement et globalement sur l'ensemble de la zone d'étude, la masse d'eau souterraine se développe dans des formations de type socle dont le système principal est libre. Au droit des terrains, la masse d'eau est la masse d'eau du bassin versant de la Vilaine. Cette masse d'eau s'étend sur 6 départements, représentant une superficie totale de 11 029 m² dont la majorité est à l'affleurement (10 841 m²). Elle est alimentée par les écoulements des eaux pluviales.

Cette masse d'eau est utilisée par des industriels locaux via des forages. L'alimentation en eau potable sur la commune de Loudéac ou ses communes limitrophes est réalisée par des captages superficiels (source : : www.bnpe.eaufrance.fr). D'après la fiche d'identification de cette masse d'eau fourni par le SIGES de Bretagne, les puits « traditionnels » sont très vulnérables aux pollutions accidentelles ou diffuses puisqu'ils captent l'eau dans la première dizaine de mètres de roche altérée. En revanche, les aquifères profonds subissent des phénomènes de dénitrification naturelle qui réduit significativement les teneurs en nitrate.

Le contexte hydrographique local est quant à lui constitué d'un réseau de ruisseaux se déversant dans l'Oust, affluent de la Vilaine. Localement le cours d'eau le plus proche est localisé à 370 m au Nord-Ouest du site, au niveau de la station d'épuration industrielle du Calouet. Ce cours d'eau se rejette ensuite dans l'Oust.

Au droit du site, les écoulements d'eaux pluviales sont tamponnés sur site avant d'être acheminés vers le réseau d'eaux pluviales public au Nord des terrains (le long de l'ancienne voie ferrée). Ces eaux sont ensuite dirigées vers les bassins localisés au Nord, à proximité de la station d'épuration.

I.3.3 SYNTHÈSE DE LA SENSIBILITÉ DU MILIEU NATUREL

Il ressort de la description de l'environnement naturel du secteur que :

- les terrains ne sont pas localisés à proximité d'un milieu naturel d'intérêt (NATURA 2000, ZNIEFF,...),
- le contexte hydrogéologique et géologique local permet d'identifier qu'au droit des terrains, la nappe peut être vulnérable aux pollutions en raison de la composition géologique des sols.

Ainsi, le réseau hydrogéologique local est retenu comme cible potentielle susceptible d'être exposée à un accident majeur intervenant sur le site.

I.4. SYNTHÈSE DES CIBLES

L'examen de l'occupation des abords et la description du milieu naturel font apparaître plusieurs cibles humaines potentielles et un milieu naturel sensible susceptibles d'être exposés à un accident majeur. Ces cibles sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Nature / Types d'infrastructure		Identification	Positionnement par rapport au site
Habitations		Habitations localisées au Nord et au Sud-Est des limites de propriété Habitations présentes sur le site	Limites Nord et Sud-Est Habitation présente sur le site
Etablissement Recevant du Public		Ecole Saint-Joseph Centre-ville de Loudéac et son église	1 500 m au Nord-Est 1 600 m au Nord
Infrastructures de transport d'envergure	Axes routiers	RD41 RD700	30 m au Sud et à l'Ouest 950 m à l'Est
Etablissements à vocation d'activités économiques		Etablissement Union InVivo	A l'Est des limites parcellaires de l'établissement
		Etablissements de la ZA du Dr. Etienne (Groupement d'achat, Locarmor, Oread Hartereau, Décograph SAS, Loudéac Viandes, Cooperl Salaisons, ...)	Limites Est, Sud et Ouest
Milieu naturel		Réseau hydrogéologique	-

Figure 8 : Synthèse des cibles identifiées

Nota : Les informations mentionnées dans le tableau ci-dessus ne concernent que les cibles les plus proches de l'établissement (habitations), ainsi que les infrastructures d'envergure (ex : axes de circulation) susceptibles d'accueillir un nombre conséquent de personnes.

II. CARACTERISATION DE LA VULNERABILITE DE L'INSTALLATION A SON ENVIRONNEMENT

Les agressions extérieures, qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine, sont susceptibles d'être à l'origine (événement initiateur) d'un accident majeur au sein d'un établissement industriel. A ce titre, la caractérisation de l'environnement local pour l'implantation d'un projet est nécessaire afin d'identifier d'éventuelles agressions externes.

Le présent paragraphe s'attache à identifier ces potentielles agressions. Pour cela, il s'appuie sur le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) des Côtes-d'Armor publié en 2021.

Ce document a pour objectif de recenser par commune l'ensemble des risques connus dans le département ainsi que de caractériser leurs natures et les politiques de préventions mises en œuvre.

Pour la commune de Loudéac, les différents risques identifiés sont les suivants :

- Naturels :
 - o Inondation,
 - o Retrait-gonflement des argiles,
 - o Cavités souterraines,
 - o Feu de forêt,
 - o Séisme,
 - o Tempête,
- Technologiques :
 - o Industriel,
 - o Transport de Matières Dangereuses (TMD),
- Particuliers :
 - o Changement climatique,
 - o Radon.

Ces risques étant définis à l'échelle du territoire de la commune de Loudéac, une analyse plus précise de la vulnérabilité des terrains de l'établissement par rapport à ces risques est réalisée dans les paragraphes suivants.

Notons que l'analyse de la vulnérabilité de l'établissement aux risques susmentionnés est complétée au regard des caractéristiques de l'établissement (analyse du risque lié à la foudre,...).

II.1. VULNERABILITE AUX ACTIVITES HUMAINES EXTERIEURES A L'ETABLISSEMENT

II.1.1 INSTALLATIONS VOISINES

Parmi l'environnement proche de l'établissement, plusieurs installations industrielles susceptibles de présenter des dangers pour les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du Code de l'Environnement (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) sont recensées dans un périmètre d'un kilomètre autour de l'établissement. Précisons que seules les installations relevant du régime de l'enregistrement ou de l'autorisation sont répertoriées.

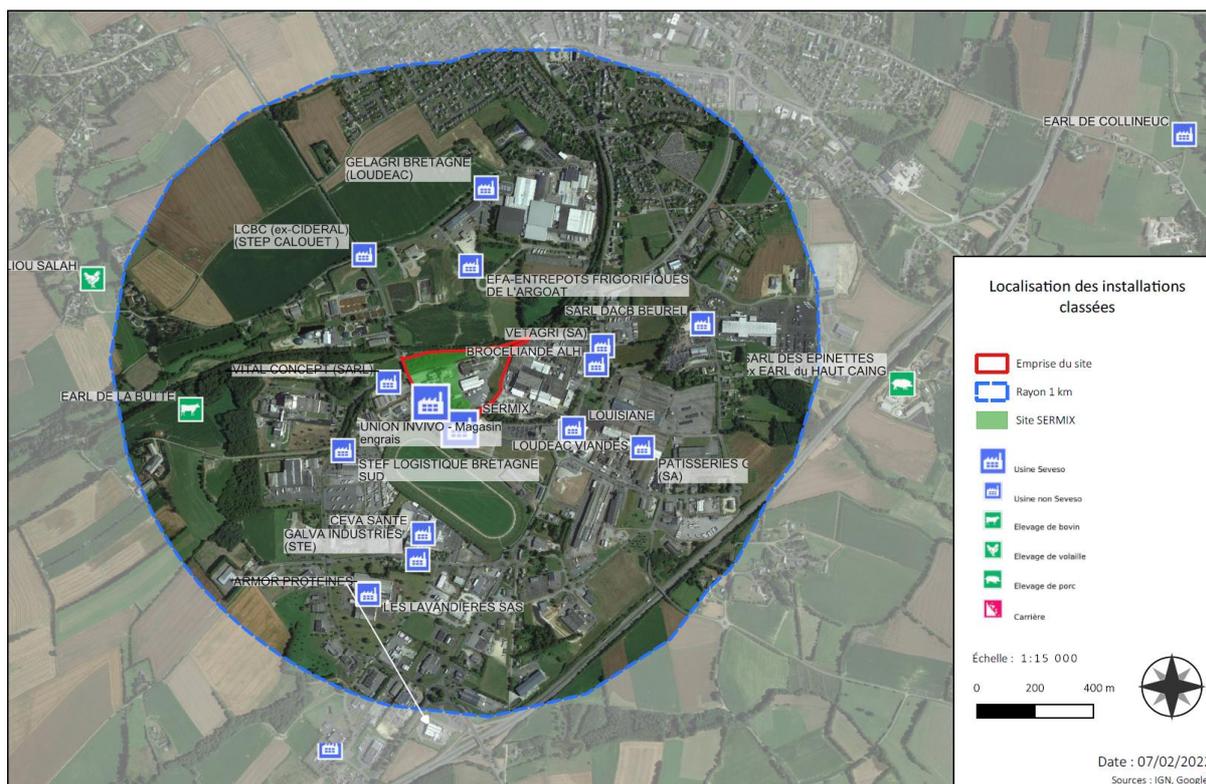


Figure 9 : Localisation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement proches (source : Géorisques, 2022)

Commune	Établissement	Activité	Régime	Distance du projet
Loudéac	Union InVivo	Stockage d'engrais	Autorisation seuil bas	A l'Est de l'établissement
	Brocéliande ALH (Cooperl Salaisons)	Préparation industrielle de produits à base de viande	Autorisation	200 m à l'Est
	Loudéac Viandes	Industries agro-alimentaire	Autorisation	350 m au Nord-Est
	LCBC (STEP Calouet)	Station d'épuration	Autorisation	350 m au Nord-Ouest
	Groupement d'achat de Loudéac	Bâtiment de stockage	Enregistrement	70 m à l'Ouest
	Les lavandières	Blanchisserie industrielle	Enregistrement	640 m au Sud
	Ceva Santé animale	Industrie	Enregistrement	400 m au Sud
	STEF Logistique Bretagne Sud	Entreposage et stockage frigorifique	Autorisation	450 m au Sud-Ouest
	Vetagri	Industrie agro-alimentaire	Autorisation	460 m au Sud-Est
	Gelagri Bretagne	Commerce de gros de produits surgelés	Autorisation	570 m au Nord-Est
	EFA-Entrepôts frigorifiques de l'Argoat (Gelabri Bretagne)	Entrepôts frigorifiques	Autorisation	570 m au Nord-Est
	Galva industries	Traitement et revêtement des métaux	Autorisation	640 m au Sud-Ouest
	DACB Beurel (SN Fornes)	Casse automobile	Autorisation	740 m à l'Est
	Pâtisseries Gourmandes	Industrie agro-alimentaire	Enregistrement	900 m au Sud-Est
	EARL de la Butte	Elevage bovins	Enregistrement	940 m à l'Ouest
	Entremont Alliance SAS	Industrie alimentaire	Autorisation	450 m à l'Est
SAS armor protéine	Industrie alimentaire	Autorisation	410 m à l'Ouest	

Figure 10 : Principales caractéristiques des installations classées présentes dans l'environnement proche du site

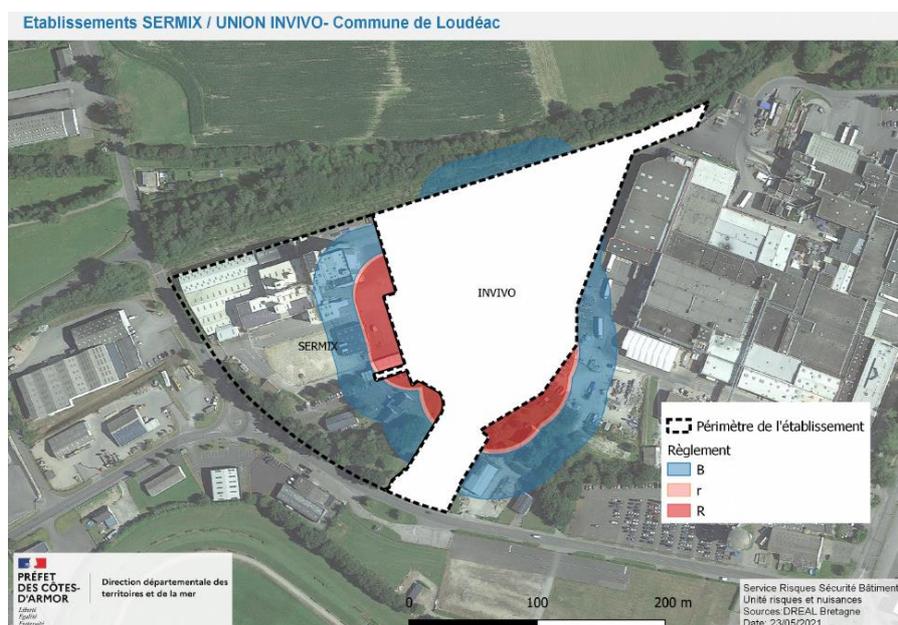
Il ressort que l'entreprise Union InVivo dont l'activité est le stockage d'engrais, relève du régime de l'autorisation seuil bas. Le site de Sermix et de Union InVivo étaient historiquement liés (une seule autorisation d'exploiter notamment). Suite à des évolutions des deux exploitations, les sites sont administrativement distincts. Ainsi, dans le cadre de cette séparation, des études de dangers ont été transmises à l'administration en 2019 en vue de séparer les deux sites vis-à-vis de l'autorisation d'exploiter en vertu de la réglementation des installations classées pour la protection de l'Environnement.

Ainsi, même si les deux sites Sermix et Union InVivo disposent de limites cadastrales distinctes, les limites physiques des deux établissements (clôtures) sont communes.

C'est dans ce cadre et dans le cadre d'une historique commune qu'une convention a été signée entre les deux entreprises. Celle-ci porte notamment sur les cinq points importants :

- les employés ont la même formation en termes de risques industriels et risques engrais,
- les employés d'Union InVivo sont formés et connaissent la procédure d'évacuation en cas d'accident chez SERMIX,
- les employés d'Union InVivo ne sont pas autorisés à pénétrer dans les bâtiments de SERMIX ni à manipuler les produits,
- le contrôle des camions et des visites est strict. Pour chaque camion ou visiteur, un employé responsable nommément désigné s'assure de son entrée, de sa sortie et à tout moment de sa circulation,
- les modalités de gestion des équipements de sécurité mutualisés sont définies d'un commun accord et en termes de partage de responsabilité par une convention en cours de rédaction.

Cette promiscuité, ces engagements ainsi que les interventions communes ont été notamment considérées dans l'étude de dangers réalisée pour le site d'Union InVivo en 2019. Suite à la transmission de cette étude de dangers du site voisin, un porter à connaissance relatif à la maîtrise de l'urbanisation a été établi le 30 juin 2021 et modifié le 24 mai 2022. Il ressort de ce porter à connaissance que des effets irréversibles et létaux impactent les terrains de la société Sermix (zone B correspondant aux effets irréversibles et zone r et R aux effets létaux).



Ces distances d'effets correspondent aux périmètres d'effets d'émissions toxiques perçus à 1,5 m du sol. Après consultation de l'étude de dangers, il ressort qu'il n'y a pas de scénario susceptible d'être à l'origine d'effets dominos sur les installations de la société Sermix et qui entre dans le champ de la maîtrise de l'urbanisation.

Il est important de noter qu'un scénario de détonation a été modélisé dans l'étude de dangers de la société Union InVivo. Celui-ci génère des effets dominos sur une grande partie du site ainsi que sur les installations voisines. Cependant, au regard du respect de l'arrêté ministériel applicable, ce phénomène n'est pas retenu dans le positionnement de la matrice d'appréciation des risques ni dans la maîtrise de l'urbanisation. Il n'est donc pas retenu par la suite comme évènement initiateur susceptible d'être à l'origine d'un phénomène dangereux sur les installations de la société SERMIX.

Ainsi, il résulte de ces informations que les activités industrielles présentes dans l'environnement de la société Sermix ne sont pas susceptibles de générer des effets sur les installations de l'établissement. Par conséquent, l'apparition d'un accident majeur sur le site suite à une agression externe d'une installation industrielle n'est pas retenue dans la suite de l'étude.

II.1.2 INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Les axes de circulation, qu'ils soient fluviaux, routiers ou ferroviaires peuvent être le lieu d'accident entraînant des dommages importants notamment lors du Transport de Matières Dangereuses (TMD). Ces phénomènes peuvent être des incendies, des BLEVE¹, des feux de nappe, des VCE², des rejets atmosphériques toxiques, des feux torches suivant la nature des matières dangereuses mises en cause.

Dans le cadre de l'élaboration d'une méthodologie d'analyse des risques pour le TMD par route ou rail, l'INERIS a calculé des distances d'effets pour les phénomènes retenus dans le cas d'un accident sur des citernes ferroviaires (source : INERIS, étude : Développement d'un modèle d'évaluation multi-modal des risques pour le TMD » (août 2003)). Il ressort des modélisations réalisées dont les phénomènes dangereux sont susceptibles d'être à l'origine d'effets sur les bâtiments (incendie) que les distances d'effets dominos atteintes varient de 13 m à 35 m.

Selon le DDRM, l'axe routier principal localisé à proximité de l'établissement où s'effectue un transfert de matières dangereuses est la RD700 localisée à environ 900 m. De par son éloignement, un incident associé au TMD sur cet axe ne pourrait pas entraîner une agression potentielle susceptible d'engendrer des accidents majeurs sur le site.

Toutefois, il ne peut être exclu le transport de matières dangereuses sur la RD41 qui dessert le site. Cette route est localisée à moins de 35 m du bâtiment de stockage de produits finis et à plus de 35 m du bâtiment de stockage des matières premières et des bâtiments de production.

Ce type d'infrastructures de transport est donc retenu comme évènement initiateur potentiel dans la suite de l'étude uniquement pour la partie relative au stockage du bâtiment produits finis.

II.1.2.1 Navigation aérienne

Une chute d'un avion est susceptible d'entraîner des conséquences majeures sur des installations industrielles.

La description de l'environnement du site ne fait pas apparaître la présence d'un aéroport/aérodrome dans un rayon de 2 km.

Ainsi, conformément à la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, cette cause d'accident majeur n'est pas retenue par la suite compte tenu de l'éloignement des terrains par rapport aux pistes de décollage et d'atterrissage (> 2 km).

Par conséquent, la chute d'un avion n'est pas retenue comme évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.

¹ BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion. « Vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique » (définition de la circulaire du 10 mai 2010)

² VCE : Vapour Cloud Explosion. Explosion de gaz à l'air libre

II.1.2.2 Canalisations de transport de matières dangereuses

Une canalisation de transport de gaz naturel est présente sur une partie de la RD41 – Rue de Calouët et longe le site de SERMIX. Cette canalisation de transport de gaz naturel est présente au sein du PLU-i H de Loudéac Communauté Bretagne Centre qui identifie également des bandes de dangers autour de cette canalisation. Une partie du site de SERMIX est localisée dans une zone d'effets dominos (seuil de 8 kW/m²) dont le rayon d'effet à partir de la canalisation est de 35 m.

Par conséquent, ce risque d'agression externe est retenu dans la suite de l'étude de dangers.

II.1.3 MALVEILLANCE

Les actes de malveillance peuvent se caractériser par du vol de marchandises, de la détérioration, des départs de feu volontaires ou encore la création de pollution (ex. rejet volontaire de substances dangereuses au milieu naturel).

Afin d'éviter ces incidents, des mesures sont mises en place avec notamment :

- une présence 24h/24 du personnel (du lundi au vendredi),
- un gardien le week-end et les jours fériés,
- le site possède une télésurveillance,
- une clôture sur l'ensemble des deux sites,
- un contrôle de l'accès est réalisé à l'entrée du site. Pour chaque camion ou visiteur, un employé responsable nommément désigné s'assure de son entrée, de sa sortie et à tout moment de sa circulation.

Ces mesures ne peuvent écartés totalement le risque de malveillance. Cependant, et en référence à l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre 1er du livre V du code de l'environnement et à la circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, **les risques d'actes de malveillance ne seront pas retenus comme évènement initiateur d'un accident majeur dans la suite de l'étude de dangers.**

II.2. VULNERABILITE AUX ELEMENTS NATURELS

Les aléas naturels peuvent être une source d'agression externe pour un établissement industriel susceptible d'engendrer des scénarios d'accidents majeurs. L'objectif de la présente partie est de caractériser les sources d'agression naturelle possibles. Cette analyse s'appuie sur les risques identifiés dans le DDRM des Côtes-d'Armor présenté précédemment.

II.2.1 INONDATIONS

Le DDRM recense le risque d'inondation de plaine sur le territoire de la commune de Loudéac résultat du passage de la rivière de l'Oust et des Ruisseaux de la Bellière et du Larhon. Néanmoins, la commune n'est intégrée au sein d'aucun plan de prévention du risque d'inondation.

Le plan des servitudes annexé au PLU-i H de Loudéac Communauté Bretagne Centre fait apparaître les zones à aléa inondation de la commune. Le site de SERMIX n'est pas concerné par le risque d'inondation comme le montre la figure suivante.

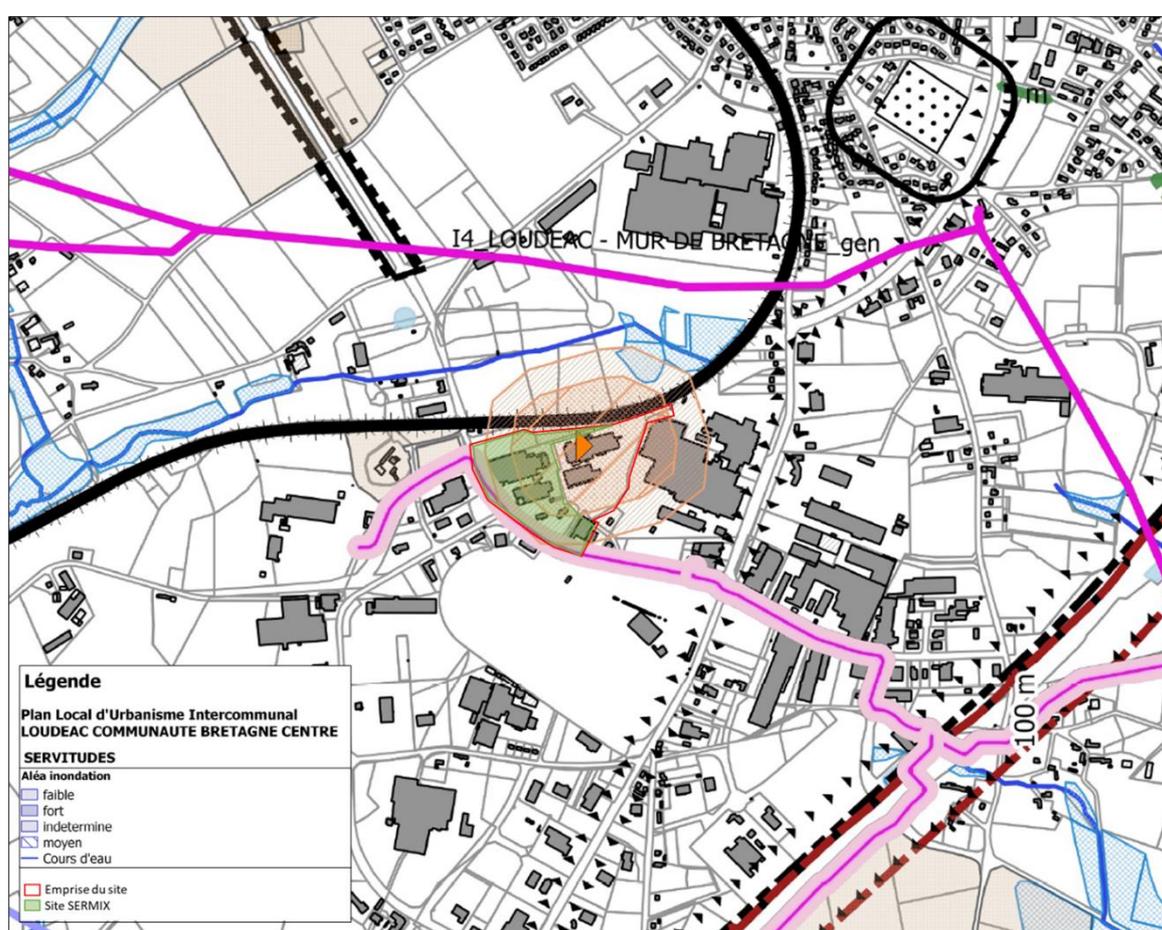


Figure 11 : Extrait du PLUi-H de Loudéac Communauté Bretagne Centre - Plan des servitudes (source : PLUi-H Loudéac Communauté Bretagne Centre)

Vis-à-vis du risque de remontée de nappes et après consultation de la cartographie des zones sensibles aux remontées de nappes disponible sur le site Infoterre du BRGM, il ressort que les terrains de la société SERMIX ne sont pas sensibles aux phénomènes de remontées de nappes.

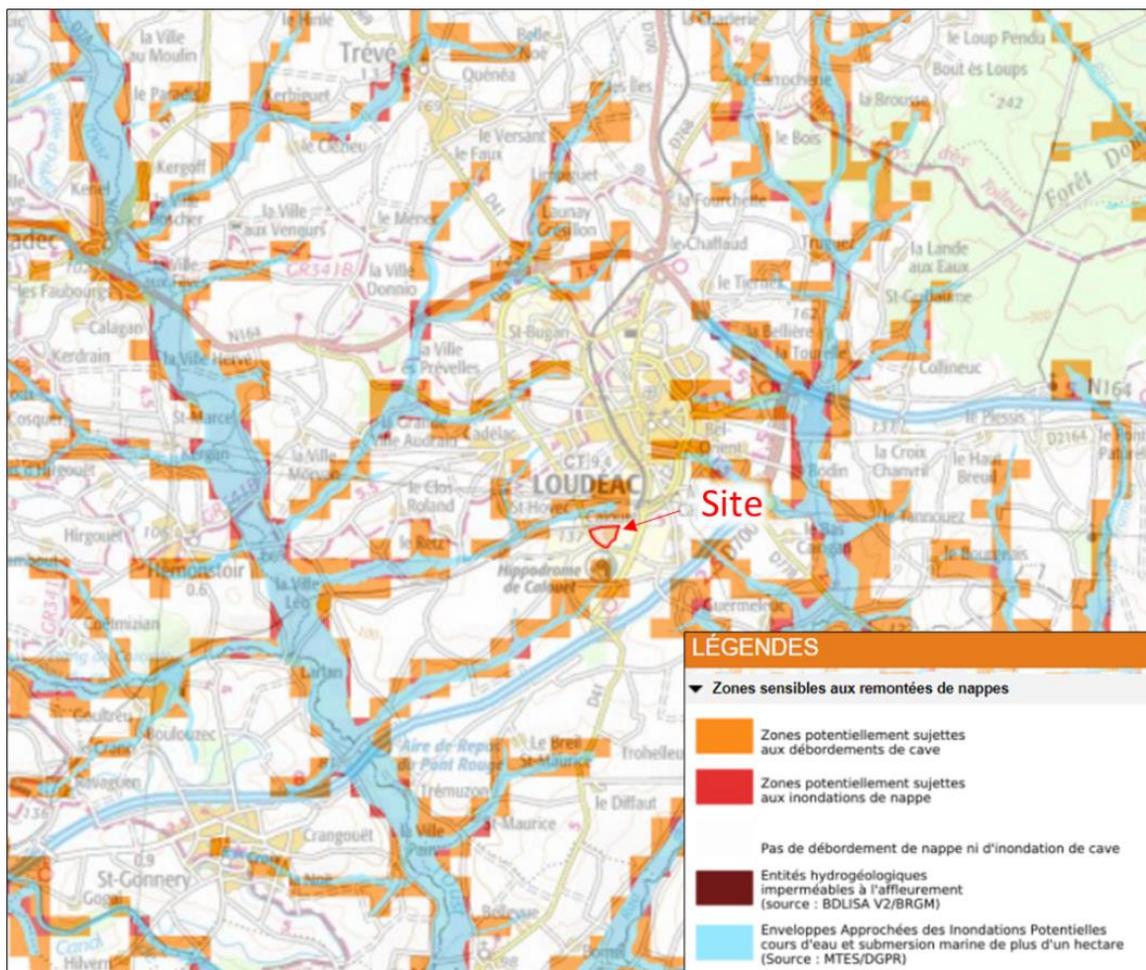


Figure 12 : Zonage de la sensibilité aux remontées de nappes (source : BRGM)

Par conséquent, au regard du contexte hydrogéologique et hydrographique local, il ressort que les terrains ne sont pas sensibles au phénomène d'inondation, ce risque d'agression n'est donc pas retenu comme évènement initiateur d'un accident majeur dans la suite de l'étude de dangers.

II.2.2 MOUVEMENTS DE TERRAINS

Le DDRM des Côtes-d'Armor recense le risque d'effondrement de cavités souterraines et de retrait et gonflement d'argiles comme risque susceptible d'être présent sur le territoire communal de Loudéac. En effet, d'après les cartographies du DDRM, une cavité souterraine est recensée sur la commune et l'exposition au retrait et gonflement de argiles est reconnue comme aléa faible à moyen.

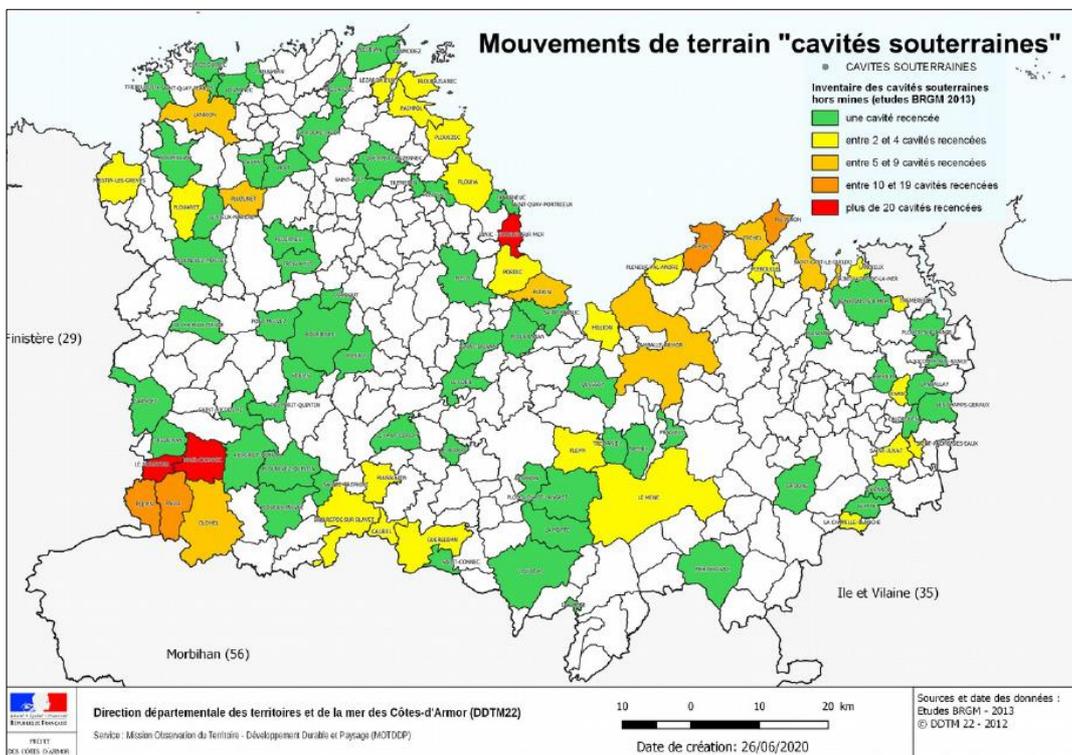


Figure 13: Cartographie de l'inventaire des cavités souterraines hors mines (source : DDRM - 2021)

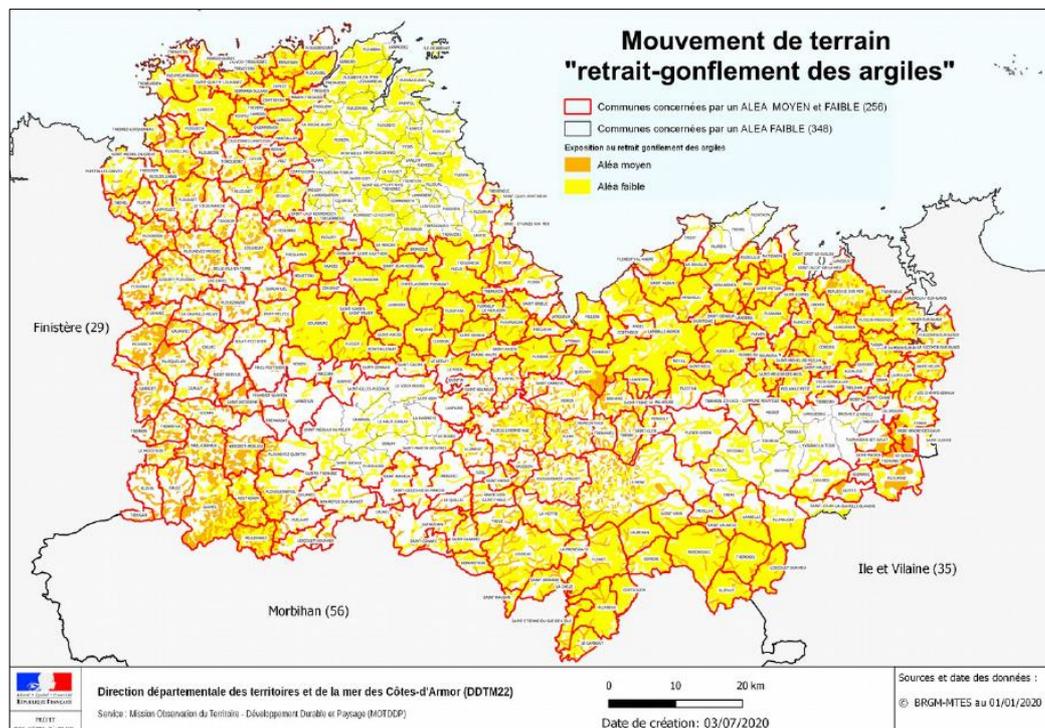


Figure 14 : Cartographie de l'exposition au retrait et gonflement des argiles (source : DDRM - 2021)

Par ailleurs, d'après les cartographies disponibles sur le site Géorisques, aucune cavité souterraine abandonnée non minière n'est localisée à proximité du site et les aléas liés au retrait et gonflement des argiles sont considérés comme faibles sur une partie au Nord du site qui n'impacte pas les bâtiments de SERMIX.

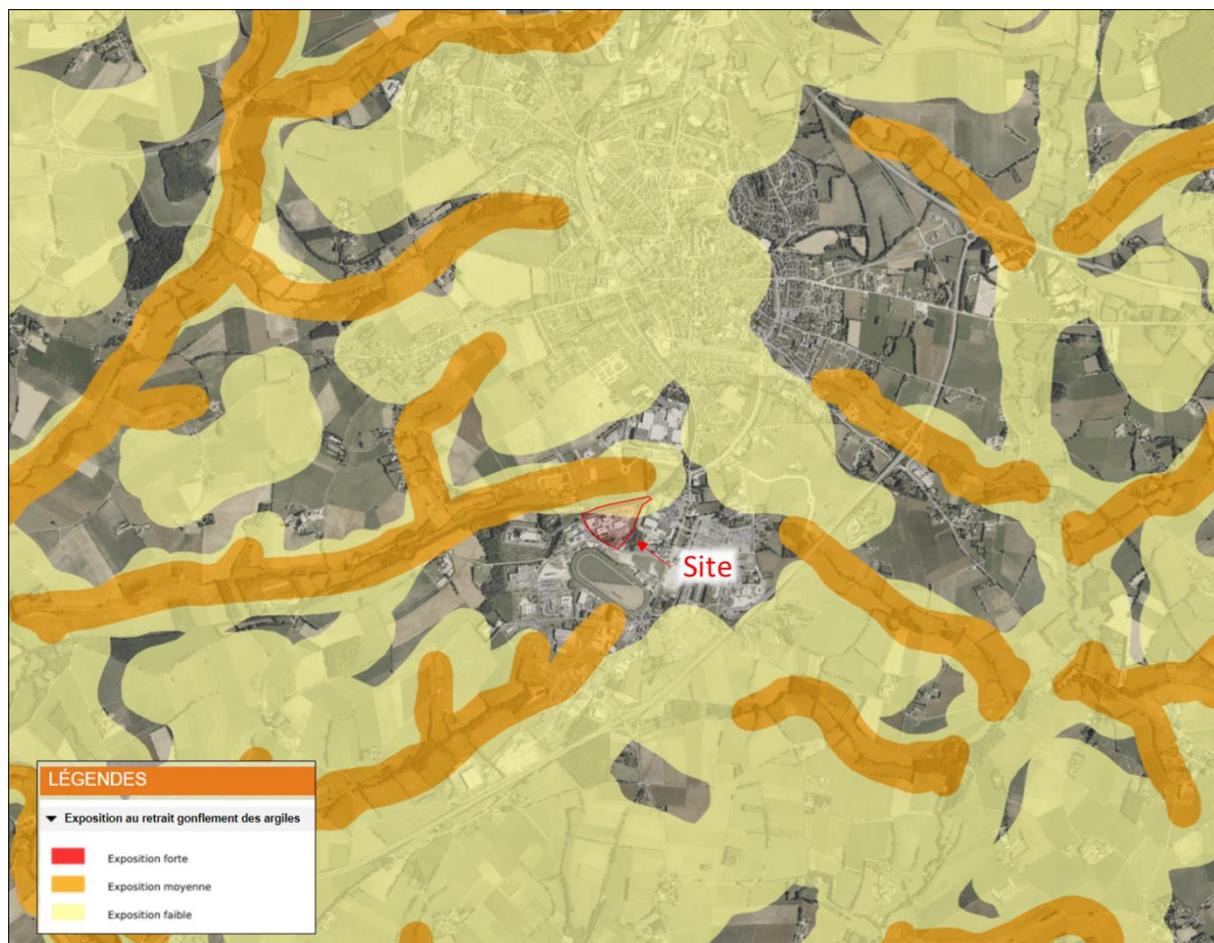


Figure 15 : Cartographie de l'aléa retrait et gonflement des argiles et mouvements de terrains (source : Géorisques)

Le projet porté par SERMIX ne comprend aucune nouvelle construction mais uniquement des aménagements intérieurs des tours de fabrication déjà présentes sur le site.

Par conséquent, le risque d'agression externe par mouvement de terrain n'est pas retenu dans la suite de l'étude de dangers.

II.2.3 FEU DE FORET

Selon le DDRM des Côtes-d'Armor, la commune de Loudéac est concernée par le risque de feu de forêt relatif à la Forêt de Loudéac. Le risque d'incendie de forêt reste faible dans le département et les surfaces incendiées (en générale de quelques hectares) sont très faibles par rapport aux surfaces incendiées dans le Sud de la France et à la moyenne nationale qui est de l'ordre de 50 ha. Compte tenu du faible risque, aucun plan de protection de la forêt contre les incendies de forêt n'a été prescrit dans le département. La Forêt de Loudéac est localisée à environ 4 km de l'établissement.

Par conséquent, compte tenu de l'éloignement du site à la Forêt de Loudéac, le risque d'agression externe par feu de forêt n'est pas retenu dans la suite de l'étude de dangers.

II.2.4 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

II.2.4.1 Description des conditions météorologiques de la zone d'étude

La zone d'étude bénéficie d'un climat océanique se caractérisant par des températures douces et une pluviométrie relativement abondante et répartie tout au long de l'année.

Une station météorologique est située sur la commune de Loudéac. Les données présentées ci-dessous sont issues de cette station, sur la période 1981-2010.

La température moyenne annuelle est de 11,3°C. Les valeurs moyennes mensuelles minimales sont de 2,7°C pour des valeurs maximales de 23°C.

La hauteur moyenne de précipitations annuelle est de 901,3 mm. Les pluies sont réparties sur l'année avec une hauteur de précipitations moyenne mensuelle variant de 47,6 mm au mois d'août à 104,8 mm au mois de janvier.

Les vents dominants proviennent du secteur Sud-Ouest en direction du Nord-Est.

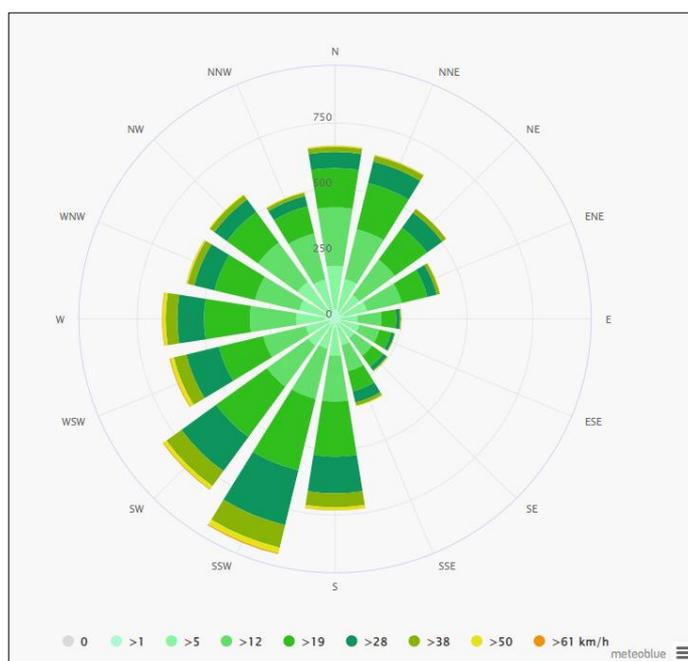


Figure 16 : Rose des vents station Loudéac (source : Meteoblue.com)

II.2.4.2 Vulnérabilité du site aux conditions météorologiques

Les risques associés aux conditions météorologiques peuvent provenir des effets d'une tempête, de sécheresse, de neige et verglas.

Les risques associés à une tempête peuvent notamment se traduire par :

- des vents violents,
- des pluies pouvant entraîner des inondations.

Concernant les incidences associées aux pluies et aux risques d'inondation, ce point est d'ores-et-déjà évoqué ci-avant.

Concernant les risques associés aux vents violents, et d'une manière étendue aux risques associés à la neige, lors de la construction d'un bâtiment, les conditions climatiques locales sont prises en compte dans la détermination des caractéristiques de la toiture. Lors de la construction de bâtiment, des notes de calcul sont établies pour définir les dispositions

constructives suivant les conditions météorologiques. Néanmoins, suite à l'incendie intervenu sur le site, lors duquel une partie des archives a été impactée, l'ensemble des notes de calcul des bâtiments justifiant de la bonne prise en compte de ces paramètres n'est plus disponible. Seules les notes de calculs pour l'extension de la tour de station vrac, la zone kse, l'entrepôt de stockage des matières premières ainsi que les auvents sont disponibles et présentées en annexe confidentielle pour des raisons de sûreté.

Annexe 1 : Notes de calcul de prise en compte des conditions météorologiques pour certaines installations

Pour le reste des installations (bâtiment de production et stockage de produits finis), les documents justifiants qu'elles ont été construites en suivant les normes n'étant plus disponibles, les conditions météorologiques ont été considérées comme une source d'agression externe dans la suite de l'étude de dangers.

Concernant les effets de la sécheresse, outre les incidences directes impactant l'appauvrissement des nappes phréatiques, la souffrance des végétaux et de la faune et la flore locale, la sécheresse peut entraîner des effets de retrait – gonflement des argiles par hydratation et déshydratation. Ces risques sont également présentés ci-avant.

Par conséquent, ce type d'agression externe naturel est écarté de la suite de l'étude.

II.2.4.3 Vulnérabilité au changement climatique

Le DDRM des Côtes d'Armor recense le risque de changement climatique comme risque pouvant intervenir sur le département. Ce risque se caractérise par :

- des risques de grand froid : Les conséquences matériels induites par ces risques concernent des ruptures de canalisation (alimentation en eau, etc.), de câbles électriques, de câbles téléphoniques, etc. En cas de tel phénomène, un risque de défaillance des utilités pourrait être observés. Les incidences d'une perte d'utilité est analysé au chapitre suivant,
- des risques de canicule : Selon le DDRM, ces périodes peuvent induire des incidences sur les biens et notamment une pénurie d'eau potable. Ce risque est également analysé dans le chapitre suivant.

Il ressort de la lecture de la description de ce risque de changement climatique dans le DDRM que les incidences portent essentiellement sur des risques à la personne. Pour autant, cela peut également conduire à des pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités sont analysées dans le chapitre suivant.

II.2.5 SEISMES

En tant que future installation classée soumise à autorisation seuil haut, l'établissement doit mettre en œuvre, le cas échéant, les dispositifs de protection parasismiques prévus par l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » et les dispositifs prévus à la section II de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

Cependant, au regard des potentiels de dangers ainsi que des zones d'effets déterminées dans la suite de l'étude de dangers, il ressort qu'aucun phénomène n'engendrerait des zones d'effets graves en dehors des zones sans occupation humaine permanente et à hauteur de cible. Par conséquent, aucun dispositif complémentaire visé à l'arrêté du 4 octobre 2010 (articles 11 à 14) n'est nécessaire.

Les dispositions relatives aux installations à risque normal dépendent de la classe de sismicité des terrains et de la classification d'importance des bâtiments :

- la commune de Loudéac est classée en zone de sismicité 2 – sismicité faible suivant l'échelle de zonage sismique de la France allant de 1 à 5,
- les bâtiments sont en catégorie d'importance II : bâtiment destiné à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 et bâtiment dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 m.

A ce titre, aucune règle spécifique n'est applicable en raison du faible aléa. **Par conséquent, ce risque d'agression externe n'est pas retenu comme évènement initiateur dans la suite de l'étude.**

II.2.6 Foudre

Un impact de foudre peut être à l'origine de plusieurs phénomènes dangereux sur un site industriel (incendie, explosion, ...) mais également engendrer des dysfonctionnements d'organes de sécurité provoquant des conditions aggravantes à un risque d'accident.

Dans le cadre de la protection du site par rapport aux effets de la foudre, une Analyse du Risque Foudre de l'établissement en situation projetée a été réalisée en aout 2022 par la société DEKRA. Cette analyse a donné lieu à une étude technique ayant pour objectif de déterminer les moyens de protection à mettre en œuvre.

Ces études sont disponibles en annexe.

Annexe 2 : Analyse du Risque Foudre et Etude Technique, DEKRA, aout 2022

On notera que dans l'étude foudre, il est mentionné que des travaux de protection contre les effets directs et indirects de la foudre sont à prévoir. Ces travaux ont été réalisés. Le dernier rapport de vérification est également disponible dans l'annexe suscitée.

Ces mesures ont permis de s'assurer de la protection des bâtiments par rapport aux effets de la foudre. **Par conséquent, ce risque d'agression externe n'est pas retenu comme évènement initiateur dans la suite de l'étude.**

II.2.7 RADON

Des mesures ont été effectuées sur tout le territoire classant le département des Côtes-d'Armor en zone prioritaire avec en moyenne 101 à 150 Bq/m³ (becquerel par mètre cube).

L'Institut de radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) réalise depuis plusieurs années des campagnes de mesures du radon et catégorise les communes selon la teneur du sous-sol en uranium, de 1 (teneurs les plus faibles) à 3 (teneurs les plus fortes). La commune de Loudéac est répertoriée en catégorie 1 dont les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles.

Bien qu'il soit mentionné dans le DDRM, ce risque de radon n'est pas susceptible d'être à l'origine d'un accident majeur sur le site. **Par conséquent, ce risque d'agression externe n'est pas retenu comme évènement initiateur dans la suite de l'étude.**

CHAPITRE II. POTENTIELS DE DANGERS

I. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ÉTABLISSEMENT

La présente partie a pour objectif de rappeler les caractéristiques principales de l'installation en vue d'identifier les potentiels de dangers sur le site. La description de l'activité fait d'ores-et-déjà l'objet d'une partie détaillée au sein du présent dossier (PJ.46). Ainsi, il sera uniquement procédé à un bref rappel dans cette partie.

I.1. RAPPEL DE L'ACTIVITE

L'activité réalisée sur le site consiste en la production de prémix et additifs ainsi que d'aliments minéraux vitaminisés pour animaux d'élevage. Les process sont déjà existants et le projet n'a pas entraîné pas de modification majeure sur les procédés de fabrication mais plutôt des aménagements au sein des deux tours de fabrications existantes.

Les différentes étapes du process sont les suivantes :

Information non diffusable largement

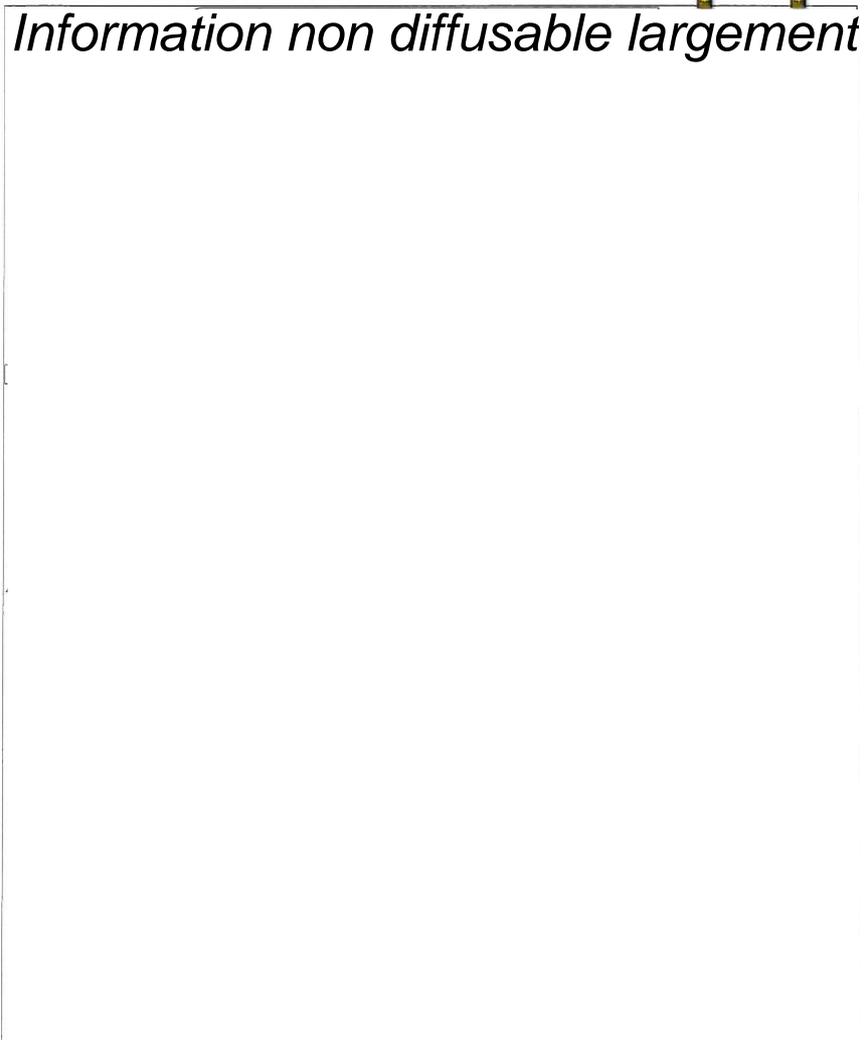


Figure 17 : Diagramme de fabrication des prémix et des aliments minéraux vitaminisés

I.2. RAPPEL DES PRODUITS STOCKES

Le projet n'intègre pas de nouveaux produits sur le site. Les marchandises présentes et projetées répondent aux caractéristiques des rubriques suivantes :

- 1510 (entrepôt de stockage de produits combustibles),
- 1510 (ex-1530) (dépôt de papiers, cartons et matériaux analogues),
- 1510 (ex-1532) (dépôt de bois et matériaux analogues),
- 2160 (silos de stockage),
- 4331 (liquides inflammables) (du local maintenance),
- 4440 (solides comburants),
- 4510, 4511 (produits dangereux pour l'environnement aquatique),

Néanmoins il convient de noter que seules les marchandises relevant des rubriques 1510, 4510 et 4511 sont et seront présentes dans des quantités significatives dépassant le seuil de l'autorisation pour les rubriques 4510 et 4511 (respectivement 300 t et 500 t à termes) et 1510 (108 000 m³).

Les autres marchandises entreposées relevant des rubriques 1530, 1532, 2160, 4331 et 4440, sont présentes en très faibles quantités, inférieures aux seuils de déclaration de chacune de ces rubriques et représentent par conséquent une très faible proportion par rapport à la quantité totale entreposée au sein du site.

Les principales caractéristiques quantitatives des produits entreposés sont reprises dans le tableau ci-contre.

Nature des produits	Rubriques associées	Quantité maximale présente	Nature et identification du stockage
Produits combustibles	1510	2 370 t (estimation sur la base d'une palette de 800 kg)	Produits combustibles dans le magasin de stockage de produits finis et export ainsi que dans le bâtiment de stockage des matières premières
Papiers cartons ou produits analogues	1510 (ex-1530)	500 m ³	Sacherie (sacs et big-bag), bobines de film et crépons étiquettes dans la partie usine
Bois et matériaux analogues	1510 (ex-1532)	880 m ³	Palettes en bois dans le magasin de stockage de produits finis et dans le bâtiment de stockage des matières premières
Silos de stockage	2160	4 075 m ³	Pulpe de betterave, acides aminées et autres matières organiques au sein des silos de stockage
Liquides inflammables de catégorie 2 ou 3	4331	800 kg (< 50 t)	Produits au sein de l'atelier de maintenance
Comburants	4440	1,5 t (< 2t)	Iodate de calcium stocké au sein du magasin des matières premières ou tour de dosage
Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1	4510	300 t	Oligo-éléments, sulfate de cuivre, oxyde de zinc stockés
Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2	4511	500 t	Matières 4510 « diluées » - produits finis

Tableau 1 : Rappel des produits entreposés

I.3. RAPPEL DES INSTALLATIONS

Pour rappel, l'établissement SERMIX est composé de deux bâtiments principaux :

- le bâtiment de production est composé :
 - o des deux tours de fabrication et d'installations associées (zones de chargement et de déchargement, ...),
 - o d'une partie usine pour la granulation et le conditionnement des aliments,
 - o d'une zone de stockage des huiles et mélasses,
 - o de zones de stockage des produits finis en sac et en vrac,
 - o des bureaux administratifs et locaux sociaux,
 - o des locaux techniques (chaufferie, TGBT et transformateur),
- le bâtiment de stockage de matières premières comprenant :
 - o un magasin de stockage des matières premières et des emballages,
 - o un auvent de stockage de palettes bois,
 - o un atelier d'entretien pour la maintenance,

Les zones extérieures au sein du site sont composées de :

- deux zones de charges pour les engins de manutention,
- un parking commun avec Union InVivo destiné aux véhicules légers,
- des voies de circulation pour les poids lourds communes aux sociétés Sermix et Union InVivo,
- un bâtiment comprenant une salle de réunion,
- deux habitations dont une est occupée par un salarié de la société et sa famille (retenu comme tiers au sein de cette étude de dangers),
- un bassin de tamponnement et de rétention des eaux d'extinction.

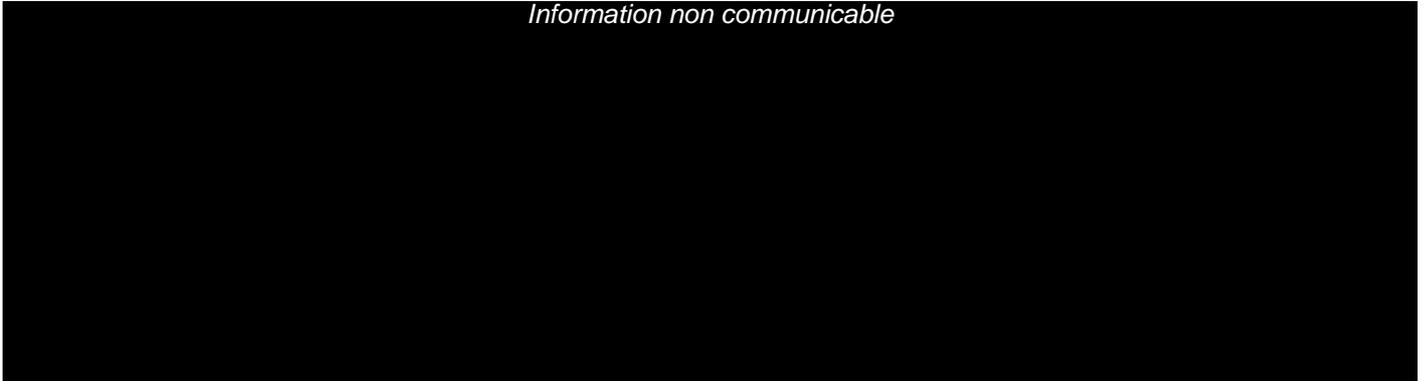
Dans le cadre de la réorganisation du site, la ligne alimentaire est devenue la ligne « minéral » et la ligne « minéral » est devenue la ligne « prémix ». Les aliments complets ont été reportés sur un autre site. Deux phases principales ont été réalisées dans le cadre du projet :

- Phase 1 : Démontage de certaines installations existantes et notamment :
 - o arrêt de la production de produit alimentaire et transformation du process porcelet en process minéral (la tour « aliment » devient la tour « minéral »),
 - o raccordement du process de granulation de la tour « minéral » existante sur le nouveau process « minéral »,
 - o modification de la tour « minéral » existante pour l'adapter à la production de « prémix ». La tour « minéral » devient la tour « prémix »,
- Phase 2 : Montage des nouveaux équipements :
 - o adaptation du process porcelet à la production de minéraux,
 - o ajout de silos de chargement en vrac des prémix et ajout d'une station de dosage des anticoccidiens,
 - o mise en place d'une station de microdosage commune à la tour « prémix » et « minéral »,

Par ailleurs, les commandes électriques des deux tours ont été entièrement revues et installées au sein de nouveaux locaux électriques.

Ces nouveaux aménagements sont présentés sur les figures suivantes :

Information non communicable

A large black rectangular redaction box covering the content of the first figure.

Information non communicable

A large black rectangular redaction box covering the content of the second figure.

Figure 18 : Vues des équipements démontés et nouveaux équipements installés dans le cadre du projet

MATERIEL DEMONTE

PHASE 1 : Transformation process porcelet en process minéral

PHASE intermédiaire : raccordement process granulation minéral sur nouveau process minéral

PHASE 2 : spécialisation process premix & minéraux en premix seul

Information non communicable

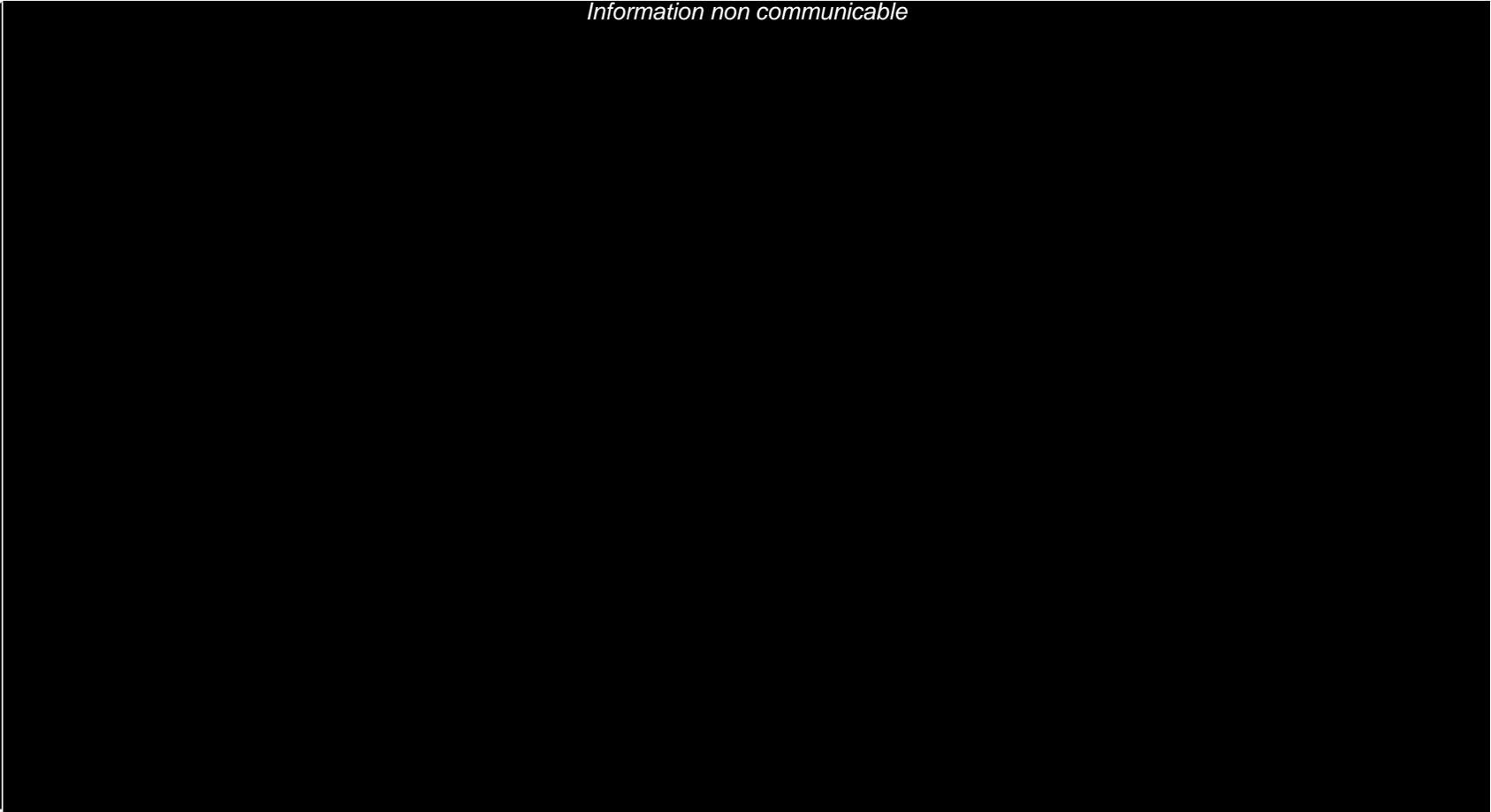


Figure 19 : Synthèse des installations démontées dans le cadre du projet

NOUVEAUX EQUIPEMENTS

PHASE 1 : ADAPTATION PROCESS PORCELET A LA PRODUCTION DE MINERAUX

PHASE 2.1 : EXTENSION VRAC PREMIX et STATION DOSAGE ANTICOCC

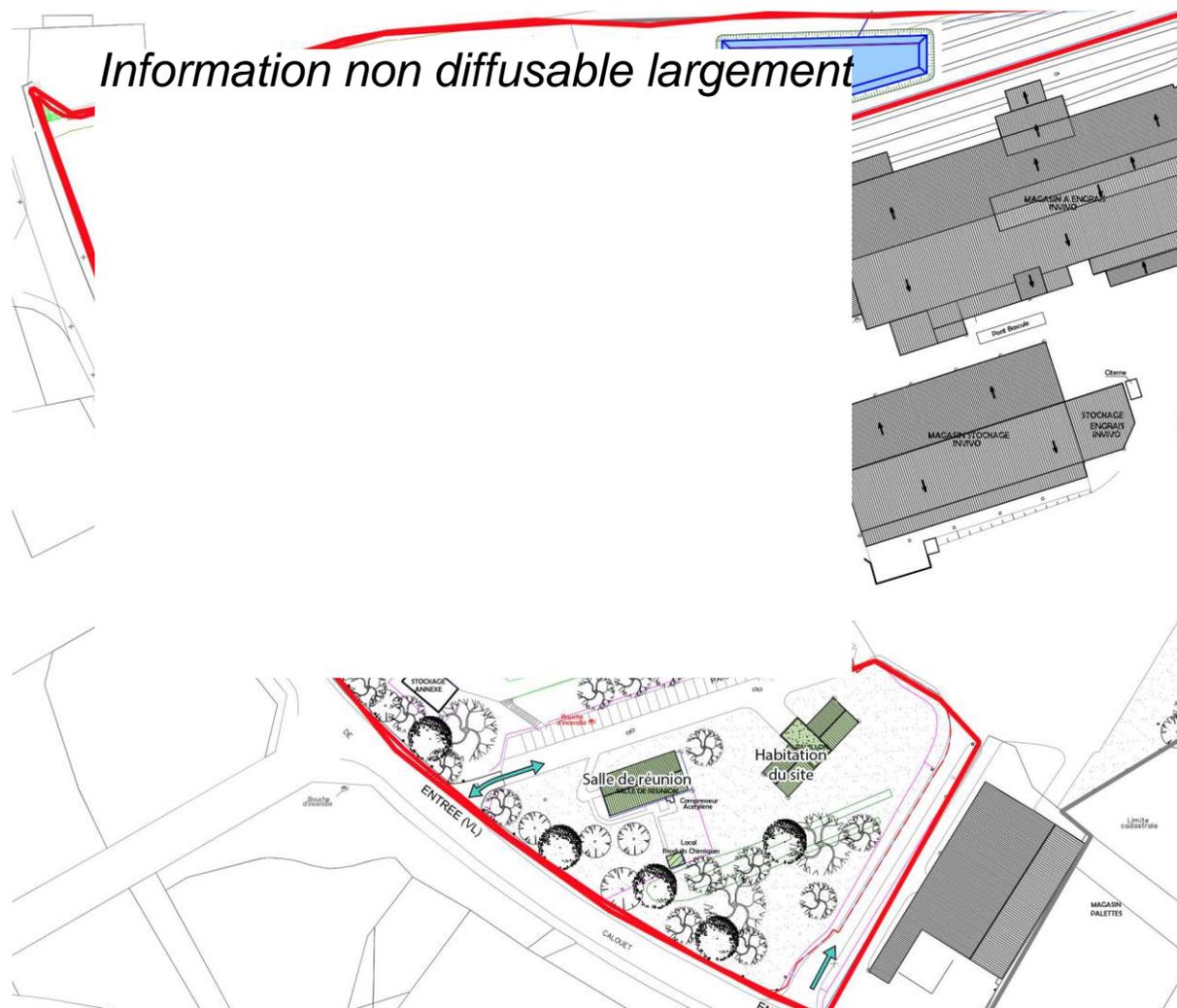
PHASE 2.2 : MISE EN PLACE STATION DE MICRODOSAGE COMMUNE PREMIX ET MINERAUX

Information non communicable



Figure 20 : Synthèse des installations ajoutées dans le cadre du projet

L'agencement est proposé ci-après.



En complément des modifications apportés sur la réorganisation des équipements, le projet induit à terme une augmentation de la capacité de production, impliquant une augmentation du stockage de certaines marchandises dangereuses correspondant essentiellement à des matières dangereuses pour l'environnement aquatique.

II. ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

L'analyse de l'accidentologie a pour objectif d'identifier les différents accidents majeurs du secteur d'activités en vue d'identifier les potentiels de dangers présents sur le site. Elle repose sur :

- la base de données ARIA du BARPI qui recense les incidents, accidents ou presque accidents qui ont eu ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique ou à l'environnement,
- le bilan accidentologie du secteur de l'alimentation animale réalisé par Tecaliman, centre de recherche qui accompagne les industriels de ce secteur d'activités. Ce bilan repose sur la base de données du BARPI ainsi que sur le retour d'expérience d'industriels du secteur sur la base d'une participation volontaire.
- l'accidentologie du site.

II.1. ACCIDENTOLOGIE DU SECTEUR D'ACTIVITES

Le bilan de l'accidentologie du secteur de l'alimentation animale réalisé par Tecaliman en septembre 2019 concerne les incendies et les explosions recensés sur la période 1982 à 2017 pour le secteur du vrac alimentaire. Un premier état de l'art de l'accidentologie de la profession avait été réalisé en 2011. Les données de ce bilan sont issues principalement de la base de données du BARPI et complète les données provenant de l'étude de 2011. Elle se focalise exclusivement sur des accidents ayant eu lieu en France.

II.1.1 USINE DE FABRICATION D'ALIMENTS POUR ANIMAUX

II.1.1.1 Données générales

Cette partie présente les accidents industriels dont la cause est :

- un incendie
- une explosion
- un incendie suivi d'une explosion
- une explosion suivie d'un incendie.

Ces données donnent une vue globale des secteurs du vrac alimentaire concernés par ces phénomènes et leur évolution de 1982 à 2017 en France. Le secteur du vrac alimentaire comprend trois types d'activités : le commerce de gros de céréales, de tabac non manufacturé, de semence et d'aliments pour le bétail ; la fabrication d'aliments pour animaux de ferme ; le travail des grains. Dans notre cas, l'activité réalisée au sein du site de site SERMIX est la fabrication d'aliments pour animaux de ferme. Par conséquent, les données analysées concernent uniquement cette activité.

L'analyse des données montrent que pour le secteur de la fabrication d'aliments pour animaux de ferme 156 accidents ont été répertoriés sur 35 ans. Parmi ces 156 accidents, 88% concernent uniquement des incendies. Ces phénomènes sont relativement constants depuis 1997 avec une moyenne de 6 accidents recensés par an dans la base du BARPI sur les 4 dernières années.

La figure suivante présente l'évolution de l'accidentologie dans la fabrication d'aliments pour animaux de ferme de 1982 à 2017.

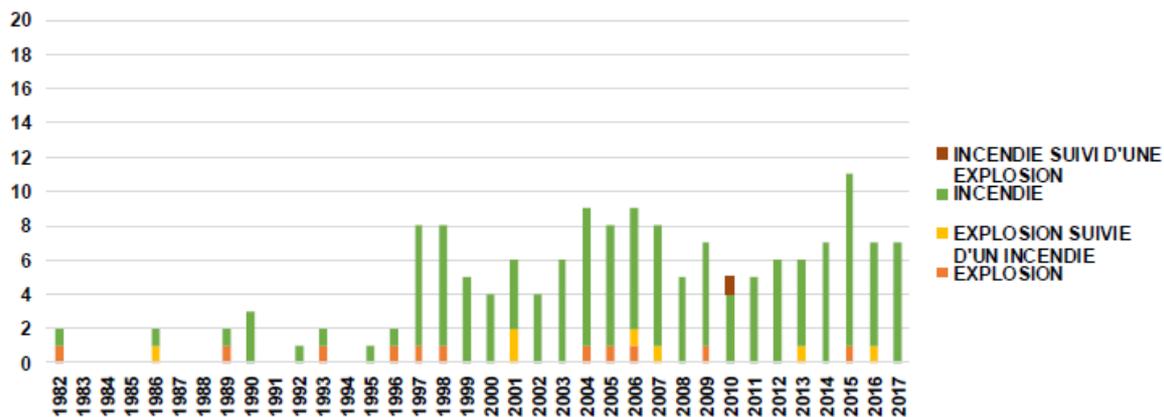


Figure 3 : Évolution de l'accidentologie dans la fabrication d'aliments pour animaux de ferme de 1982 à 2017

Figure 21 : Evolution de l'accidentologie dans la fabrication d'aliments pour animaux de ferme de 1982 à 2017 (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019)

II.1.1.2 Equipements concernés et causes

Comme présenté sur la figure suivante, les équipements déclencheurs principaux pour la fabrication d'aliments pour animaux de ferme sont à :

- 38% des silos,
- 19% des refroidisseurs
- 8% d'origine inconnue
- 8% des séchoirs

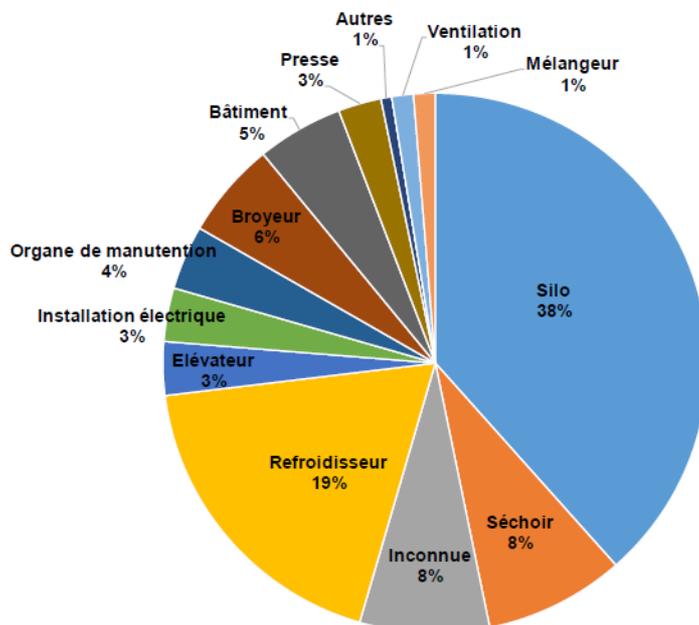


Figure 22 : Equipements déclencheur dans la fabrication d'aliment pour animaux de ferme (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019)

Notons qu'étant donné le faible nombre d'informations concernant les causes des accidents répertoriés (ce qui est encore plus vrai pour les explosions) et pour plus de représentativité, les données suivantes concernent tous les secteurs du vrac alimentaire.

Les accidents, ayant une cause identifiée, ont été traités par type de phénomènes. Néanmoins, le nombre d'accidents considérés (231 depuis 1982) est de moindre importance car les informations répertoriées dans le BARPI n'ont pu conduire à une identification claire de

la cause de survenue de ces phénomènes que dans ces cas-là. La figure suivante présente les causes des incendies et des incendies suivis d'une explosion pour 206 accidents sur 231. À noter que les incendies suivis d'une explosion ne représentent que 3 accidents sur les 206 accidents considérés.

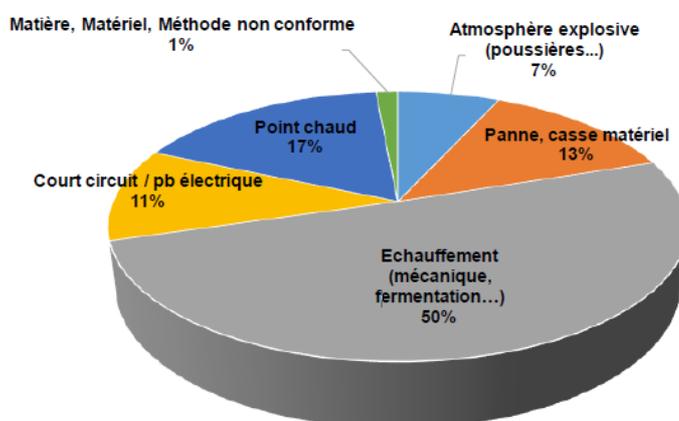


Figure 23 : Causes des incendies et des incendies suivis d'une explosion (206 accidents) (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019)

La figure précédente montre que les incendies sont dus à :

- 50% à un échauffement,
- 17% à un travail sur point chaud,
- 13% à une panne et/ou une casse matérielle,
- 11% à un problème électrique.

La figure suivante illustre, quant à elle, les causes des explosions et des explosions suivies d'un incendie pour seulement 25 accidents. À noter que les explosions suivies d'incendies représentent 12 accidents sur les 25 accidents considérés soit presque 50 % de l'effectif.

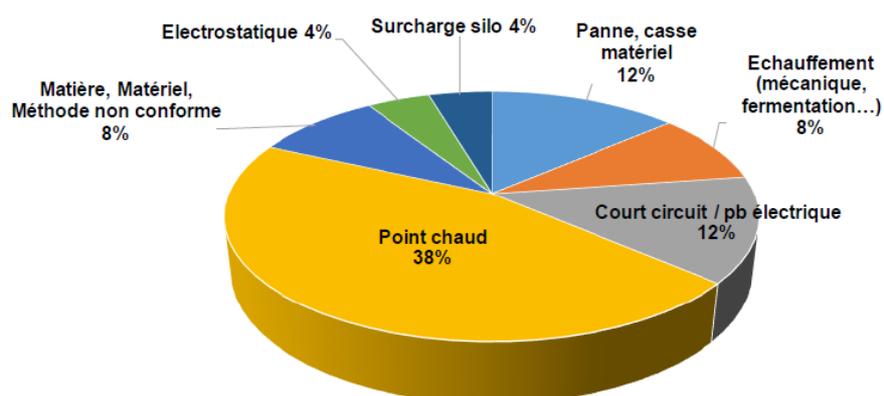


Figure 24 : Cause des explosions et explosions suivi d'un incendie (25 accidents) (source : Bilan de l'accidentologie, Tecaliman, 09/2019)

Les explosions et explosions suivi d'un incendie sont dues à :

- 38% à un travail sur point chaud,
- 12% à un problème électrique,
- 12% à une panne et/ou une casse matérielle,
- 8% à un échauffement,
- 8% à l'utilisation d'une matière, d'un matériel ou d'une méthode non conforme.

II.1.1.3 Conséquences

Les conséquences de ces phénomènes dangereux sont de plusieurs natures et notamment :

- des dégâts humains pouvant entraîner des blessés et des morts,
- des conséquences économiques notamment des dommages sur le matériel, des pertes d'exploitations,
- des conséquences sociales : population confinée, chômage technique, privation d'usage (gaz, eau...), périmètre de sécurité,
- des conséquences environnementales avec la pollution du milieu (eau, air, sol).

II.1.1.4 Conclusion

Le secteur de la fabrication d'aliments pour animaux de ferme est sujet à des incendies et à des explosions. Tous les ans depuis 1997, ces phénomènes répertoriés sont au nombre de 6 en moyenne.

La proportion incendie/explosion est de l'ordre de 90%/10%. Les causes premières d'un incendie ne sont pas les causes premières d'une explosion. En effet, 48% des incendies sont dus à un échauffement d'ordre mécanique en général tandis que 38% des cas d'explosions sont dus à un travail sur point chaud.

II.1.2 CAS DU STOCKAGE SPECIFIQUE DE PRODUITS DE TYPE 4510 ET 4511

Une recherche plus spécifique a été réalisée sur la base de données du BARPI concernant les accidents liés au stockage des produits de type 4510 et 4511 en France. Les données récoltées montrent que les accidents entraînant des risques environnementaux et sanitaires ne représentent que 71 accidents entre 1978 et 2022. Parmi ces accidents, environ 82% sont liés à des rejets de matières dangereuses et polluantes, 10% à des incendies et 8% à des explosions.

Les équipements mis en cause dans ces accidents sont en majorité liés aux capacités de stockage (réservoirs, bacs...), matériels de transport (pompes, raccords, ...) et tuyauteries.

Les conséquences des phénomènes dangereux sont les mêmes que celles liées à la fabrication d'aliment pour animaux. Outre les dégâts humains, économiques et sociaux, ce sont les conséquences environnementales (les plus importantes) qui sont développées ci-après. Qu'il s'agisse d'incendie, d'explosion et de pollution du milieu ces phénomènes dangereux génèrent des pollutions :

- de l'air par les fumées, les produits imbrûlés et les suies,
- du sol par les retombées de ces imbrûlés et de ces suies,
- des eaux de surface par ces mêmes retombées mais surtout par l'entraînement des eaux d'extinction en cas d'absence ou de défaillance des bassins de rétention de ces eaux,
- potentiellement des eaux souterraines en raison de l'infiltration des eaux de surface polluées.

Pour autant il est important de préciser que cette accidentologie n'est pas spécifique à l'activité de la société SERMIX. Ainsi, cette accidentologie recense des accidents non susceptibles d'intervenir dans l'enceinte de l'établissement tel que le déversement et l'infiltration de produits relevant des rubriques 4510 et 4511 étant donné que ces derniers sont sous forme solide.

II.2. ACCIDENTOLOGIE DU SITE ET DES AUTRES SITES SERMIX

La société SERMIX recense les accidents et incidents survenus sur l'établissement ainsi que sur les autres établissements du groupe à l'échelle nationale. L'étude de dangers du site en date de 2019, répertorie l'ensemble de ces accidents et incidents intervenus sur les autres établissements du groupe possédant les mêmes activités que la société SERMIX de Loudéac. Le dernier accident remonte à mai 2018, il s'agissait d'un incendie dans plusieurs bâtiments du site. Cet incendie est lié à un acte malveillant.

L'ensemble des accidents est présenté au dans le tableau suivant.

Date	Etablissement	Nature de l'accident /incident/pres que accident	Circonstances	Actions correctives	Analyse par rapport à l'établissement de Loudéac
Février 2009	Sermix (ex-Inzo) à Loudéac	Explosion de poussières d'inuline (sucre de chicorée) dans une cellule de 10 m ³	<p>Lors d'une opération de remplissage d'une cellule d'engrainement, une explosion se produit. La personne en charge de l'opération est grièvement brûlée.</p> <p>Les analyses réalisées suite à cet accident ont montré que la cause probable était une inflammation d'origine électrostatique.</p> <p>Les conséquences de cette explosion sont restées très localisées et l'accident n'a eu aucun impact à l'extérieur de l'établissement.</p>	<p><i>Information non communicable</i></p> <p>[Redacted]</p>	<p>/</p> <p>Accident intervenu sur le site de Loudéac. Ces mesures ont donc été mises en place pour éviter un nouvel accident.</p>

Janvier 2013	Sermix (ex-INZO) à Argentan	Incendie dans un sécheur de produits extrudés en fin de séchage	<p>Lors d'une phase de vidange d'un sécheur de produits extrudé fonctionnant au gaz naturel, un incendie se déclare. Un nuage de fumées est observé au dessus de l'appareil mais aucune élévation de la température n'est constatée via la sonde de régulation. Des braises sont observées sur le tapis bas de l'extrudeur. Le personnel présent alerte et coupe les alimentations électriques et gaz de l'équipement.</p> <p>L'usine est évacuée et la procédure d'appel des secours est suivie. (déclenchement du PER). Les secours extérieurs (pompiers) interviennent et maîtrisent l'incendie. Les causes probables de cet événement sont la présence de matières collées sur les grilles de séchage associées à leur inflammation (auto-inflammation de matières séchées voire surséchées par un temps de séjour long) et à la perturbation des flux d'air chaud à l'intérieur du sécheur.</p> <p>Les conséquences de l'incendie sont des dégâts matériels constatés uniquement sur l'établissement liés aux effets thermiques.</p>	<p>Les actions mises en place suite à cet accident sont le déploiement d'un protocole de suivi :</p> <p>La surveillance renforcée au démarrage, Le renforcement de la fréquence de nettoyage.</p>	<p>Les actions mises en place à Argentan ont aussi été mises en place à Loudéac..</p>
Septembre 2013	Sermix (ex-INZO) à Argentan	Incendie dans un filtre broyeur	<p>Un incendie s'est déclaré dans le filtre du broyeur BRO. L'usine est évacuée et la procédure d'appel des secours est suivie (déclenchement du PER). Les secours extérieurs (pompiers) interviennent et maîtrisent l'incendie. Les causes possibles de cet événement seraient liées à la production de particules incandescentes par le passage d'un corps étranger bloqué au niveau des grilles. Ces particules ont été aspirées dans le filtre et ont couvé pendant toute la durée de la vérification du broyeur. Lorsque le ventilateur s'est remis en route, un embrasement des particules incandescentes couvantes s'est produit.</p> <p>Les conséquences de l'incendie sont des dégâts matériels liés aux effets thermiques constatés uniquement sur l'établissement.</p>	<p>Les actions mises en place suite à cet accident sont :</p> <p>Le renforcement du nettoyage des aimants et des épierreurs sur les broyeurs, La mise en place d'une procédure précisant les éléments à contrôler suite à un défaut de température sur le broyeur, La mise en place d'un système de détection/extinction de feu dans les broyeurs, La mise en place de 2 RIA.</p>	<p>L'établissement dispose d'un contrôle de la température dans la chambre des broyeurs avec un report sur l'automate (seuil d'alerte et seuil d'arrêt). L'établissement dispose d'extincteurs à proximité pour intervenir sur l'équipement.</p>
Novembre 2014	Longué	Départ de feu dans un refroidisseur lors de la fabrication	<p>La présence de fumées s'échappant du tamiseur de la ligne de granulation est constatée par un conducteur de presse au niveau d'une ligne fabricant 2700 kg d'aliment de cheval. L'alerte est transmise au superviseur qui vérifie et arrête le ventilateur du</p>	<p>Les mesures envisagées suite à cet incendie sont les suivants :</p> <p>La recherche d'alternative aux détecteurs de température en place pour une détection plus précoce,</p>	<p>Les matières en jeu lors de cet accident sont des matières fortement constituées de produits organiques (cellulosiques),</p>

		d'un aliment pour cheval	<p>refroidisseur, la presse à granuler ainsi que la ligne de fabrication. Une intervention interne (utilisation d'un RIA) est réalisée au niveau du refroidisseur jusqu'à éteindre les flammes. L'alerte est donnée au service de secours. Les causes possibles de cet évènement peuvent être liées à des surintensités observées sur le moteur de la presse à granuler lors de la fabrication du produit. Ces surintensités ont produit des braises.</p> <p>La nature de la formule, riche en matières cellulosiques (paille 20%, luzerne 8%, coques de soja 2%) et en son (40%) a favorisé également la combustion.</p> <p>Les conséquences de l'incendie sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aucun effet sur les personnes, - effets sur l'environnement : destruction en compost de 1700 kg de produit ayant commencé à se consumer. <p>effets sur le matériel : 2 manches souples à adapter sur conduit ventilation à remplacer + un détecteur de niveau à ailettes + remise en peinture des zones noircies extérieures du refroidisseur</p>	<p>L'étude de la mise en place d'un système d'aspersion par pulvérisation à l'intérieur du refroidisseur,</p>	<p>contrairement aux matières mises en jeu sur le site. En effet, il s'agit de prémix, matières essentiellement minérales. Les configurations de l'accident ne sont donc pas similaires à une situation constatable sur le site de Loudéac.</p>
Juin 2016	Sermix (ex-INZO) à Argentan	Incendie dans un sécheur de production extrudés en fin de lot de séchage	<p>Un incendie se déclare dans le sécheur de produits extrudés pendant la phase de vidange de l'appareil alors que le brûleur est arrêté.</p> <p>Une odeur de brûlé et un nuage de fumée sont détectés par le personnel. Les ventilateurs sont arrêtés ainsi que l'installation complète.</p> <p>Les services de secours sont prévenus. Ils utilisent les RIA et les bornes incendie. Les conséquences de l'incendie sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aucun effet sur les personnes, effets sur le matériel : seul le sécheur est touché et une partie du programme de l'automate a été effacée. 	<p>Les mesures envisagées suite à cet incendie sont les suivants :</p> <p>La modification du programme de l'automate pour prendre en compte les alarmes (arrêt des ventilateurs et du brûleur)</p> <p>Recherche d'amélioration sur les alertes automatiques (branchement des sondes de température sur l'automate et modification du programme).</p>	<p>Les actions mises en place à Argentan ont aussi été mises en place à Loudéac..</p>
Mai 2018	Sermix Loudéac	Incendie dans plusieurs bâtiments	<p>Dans la nuit du 24 au 25/05/18, plusieurs départs de feu se déclarent sur le site. Feu dans les vestiaires, les sanitaires au RdC du bâtiment administratif et feu dans le bâtiment de stockage des palettes vides, emballages et matières premières. Les pompiers sont rapidement sur place, alertés par l'équipe de nuit qui était présente. Le feu dans les vestiaires est rapidement maîtrisé. Un second feu à l'étage dans les bureaux se développe, il sera maîtrisé également dans la foulée. Le feu</p>	<p>Les mesures envisagées suite à cet incendie sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revoir l'organisation d'urgence, sensibiliser, s'entraîner - Consigner la vanne de confinement en position normale de fonctionnement - Améliorer l'organisation et les installations Sûreté <p>Diminuer le stock de palettes</p>	<p>/</p> <p>Accident intervenu sur le site de Loudéac. Ces mesures ont donc été mises en place pour éviter un nouvel accident.</p>

			<p>dans les bureaux est maîtrisé 1,5 heure après. Par contre, le bâtiment de stockage est complètement en flammes et il faudra plusieurs heures pour le maîtriser.</p> <p>Conséquences : Pas de blessés / Peu de dommages sur l'environnement (conditions météorologiques favorables à la dilution des fumées et confinement des eaux d'extinction) / Outil de production préservé mais arrêt de l'activité pendant 2 semaines / Bâtiment de stockage d'environ 20000 m3 sinistré. Dommages évalués à plus de 4 millions d'€.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruire un bâtiment de stockage intégrant la prévention incendie (infrastructures coupe-feu, détection incendie ...) - Revoir les contrats de maintenance sur les installations critiques et les délais d'intervention - S'assurer de la conformité électrique exhaustive des installations 	
--	--	--	---	--	--

Depuis, cette dernière date, aucun nouvel accident ou incendie n'a eu lieu sur le site de Loudéac ou sur les autres sites du groupe. Il peut être précisé que dans le cadre de sa politique de gestion des risques, lorsqu'un accident survient sur un établissement SERMIX, des procédures visant à réduire ou écarter le risque sont établies et diffusées à l'ensemble des autres établissements.

Le principal potentiel de dangers identifié à l'issue de l'analyse de l'accidentologie du secteur d'activités est donc le risque d'explosion et d'incendie ainsi que de pollution par les eaux d'extinction.

On reporte également plusieurs mesures notables au regard de l'accidentologie :

- Les mesures pour intégrer les risques du travail par point chaud (permis, etc) puisque ces derniers représentent une part notable des accidents reportées par le bilan de Tecalimen,
- Le contrôle des installations électriques,
- L'aspiration des poussières,
- L'entretien des équipements,
- L'intégration d'équipements antistatiques ou raccordés à la masse (big, bag, etc.),
- La présence de dispositif de confinement des eaux d'extinction,
- La détection incendie et la détection de température pour certains équipements,
- La mise à disposition de moyens en eau pour l'intervention des secours.

III. ANALYSE DES DANGERS PRESENTES PAR LES PRODUITS

Afin de synthétiser les potentiels par groupe de famille, il a été retenu d'analyser les risques par rubrique de la nomenclature ICPE, ci-après.

Précisons que la nature des produits présents ne sera pas modifiée par rapport à la situation actuellement autorisée et ayant fait l'objet d'une étude de dangers en 2019. Ainsi, les principales caractéristiques des dangers présentés par les produits seront reprises de l'étude de dangers de 2019.

III.1. DANGERS PRESENTES PAR LES MATIERES PREMIERES

Les matières premières disponibles sur le site SERMIX de Loudéac sont principalement des produits solides.

Il s'agit en majorité de produits à base minérale tel que des sels minéraux, de la magnésie, des argiles, des phosphates, des sulfates de cuivre, des sulfates de zinc,.... Ils représentent environ 70 % des matières premières conditionnées présentes sur le site. Compte tenu de leur base minérale leur caractère combustible est limité. Ils sont également non inflammables mais certains peuvent présenter un caractère dangereux pour l'environnement et notamment l'environnement aquatique (rubriques 4510 et 4511 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

L'établissement dispose également de produits de type comburant tel que l'iodate de calcium. Ce produit peut aggraver les effets générés par un incendie. Toutefois, ce type de produit représente moins de 2 tonnes, soit environ 3 à 4 palettes réparties sur l'ensemble du site. Pris dans un incendie, les effets de ce comburant seront ainsi perçus uniquement très localement.

L'ensemble des matières premières peut également contenir des molécules chlorées, soufrées,...Ainsi, pris dans un incendie, certains de ces produits peuvent se décomposer chimiquement et générer des composés gazeux chlorés, soufrés,...

Une autre partie des matières premières recensées sur le site sont à base organique, c'est-à-dire qu'elles sont en totalité ou en majorité composées de molécules de carbone. Il peut s'agir de rémoulage de blé, de vitamines, etc.

De par la présence de molécules de carbone dans leur composition, ces produits peuvent présenter un caractère combustible. Ils sont ainsi susceptibles de générer un incendie.

En cas de combustion incomplète, l'incendie émettra principalement du dioxyde de carbone (CO₂) et du monoxyde de carbone (CO) mais également des composés azotés, chlorés, soufrés en plus faible quantité.

Ces matières premières sont conditionnées en big-bags, sacs ou en vrac (silos) en fonction des besoins. Les produits entreposés en silos peuvent être des matières minérales ou des matières organiques. Stockés en vrac (silos), les poussières combustibles peuvent être à l'origine de la création d'une atmosphère explosive engendrant des effets de surpression en cas de source d'inflammation suffisante.

Pour certains procédés de fabrication (granulation), l'établissement utilise de la mélasse. Il s'agit d'un résidu de fabrication du sucre qui est sous forme liquide (visqueux). La mélasse est entreposée dans deux cuves équipées d'une rétention adaptée. Ces cuves présentent une capacité de 30 ou 70 m³. Compte tenu de sa nature, la mélasse peut présenter un caractère combustible.

Ainsi, la diversité des matières premières présentes sur le site et leur mode de stockage peuvent être à l'origine de phénomènes d'incendie, de fumées toxiques et d'explosion en fonction des configurations.

III.2. DANGERS PRESENTES PAR LES PRODUITS FINIS

Les produits finis sont des mélanges des matières premières. Ainsi, en fonction de leur composition en matières premières, ces produits peuvent présenter un caractère incombustible ou combustible. Ils sont également non inflammables. A l'instar des matières premières, certains produits finis peuvent présenter un caractère dangereux pour l'environnement et notamment l'environnement aquatique (rubriques 4510 et 4511 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). Ainsi, en cas d'incendie, les fumées seront composées principalement de dioxyde de carbone (CO₂) et du monoxyde de carbone (CO), mais également de composés azotés, chlorés, phosphorés ou soufrés.

Les risques présentés par ces produits sont donc principalement liés au risque d'incendie et d'émission de fumées toxiques.

III.3. CAS DES AUTRES PRODUITS SPECIFIQUES

D'autres produits relevant d'une rubrique 4XXX sont et seront présents sur le site. Toutefois, ils le sont/seront en très faibles quantités (en dessous des seuils de classement de la nomenclature ICPE). Ces matières peuvent présenter un caractère inflammable, comburant, et être à l'origine de phénomènes d'incendie (effets thermiques et rejets de fumées toxiques), de pollution du milieu naturel,.... Néanmoins, ces produits représenteront des quantités non significatives par rapport aux autres produits entreposés et resteront, pour partie, cantonnés au sein du local maintenance.

III.4. DANGERS PRESENTES PAR LES EMBALLAGES

Il s'agit des divers emballages de produits qui peuvent être :

- des sacs papiers, kraft, double enveloppe plastiques-papiers,
- des films plastiques,
- des big-bags,
- des palettes en bois ou en plastiques.

Les palettes en bois, utilisées pour le conditionnement des produits et leur stockage, sont des produits combustibles. Cependant, il est nécessaire d'avoir une source de chaleur pour provoquer leur inflammation. Leur pouvoir calorifique est de 17 à 20 MJ/kg.

La combustion du bois conduit principalement à l'émission de dioxyde de carbone (CO₂) et à du monoxyde de carbone (CO) en cas de combustion incomplète.

Les matières synthétiques plastiques correspondant aux big-bags, aux palettes plastiques ou aux films plastiques en polypropylène, sont des produits combustibles pouvant générer des émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de monoxyde de carbone (CO) et des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques en cas de combustion incomplète.

Le principal risque présenté par les produits de conditionnement est donc l'incendie.

III.5. DANGERS LIES AUX INCOMPATIBILITES

Les phénomènes d'incompatibilité des produits peuvent être à l'origine de dégagements toxiques, de réactions exothermiques.... C'est pourquoi les fiches de données de sécurité des matières dangereuses recensent les typologies de produits susceptibles d'interagir entre elles.

Sur le site, les produits présents sont tous stables dans les conditions normales.

Les molécules des principes actifs peuvent éventuellement présenter des instabilités en milieu acide ou basique. Il est important de souligner :

- que les produits sont essentiellement présents sous forme solides,
- que le principe actif ne représente qu'un faible pourcentage du produit fini qui, de par les adjuvants, est plutôt de tendance neutre ;
- qu'il n'y a pas de base forte ou d'acide fort dans l'établissement ;
- que les produits qui ne sont pas neutres ne peuvent être que légèrement acides ou basiques ; de ce fait, ils ne peuvent être la source d'une décomposition pour les molécules instables en milieu acide ou basique ;
- que les produits sont stockés dans leurs emballages d'origine et qu'il est peu probable d'obtenir un mélange « intime » de produits entre eux pouvant conduire à une réactivité.

Par conséquent, les potentiels de dangers associés aux réactions incompatibles ne sont pas retenus dans la suite de l'étude de dangers.

IV. ANALYSE DES DANGERS PRESENTES PAR L'ACTIVITE

IV.1. ACTIVITE PRINCIPALE

Les principales activités ayant lieu sur le site resteront :

- le stockage des matières premières et des produits finis conditionnés,
- le stockage de matières premières en silos,
- la fabrication des produits finis (mélanges et granulation).

Le risque associé aux stockages des matières premières ainsi qu'aux produits finis est lié à leur nature. De ce fait, cette activité ne génère pas d'autres risques que les potentiels de dangers intrinsèques aux produits (cf partie précédente).

La fabrication des produits finis comprend des phases mécaniques de dosage, de mélange, de tamisage, de granulation et de conditionnement. Le fonctionnement de ces unités est de nature mécanique. A l'exception de la création de points chauds par défaillance des équipements, la fabrication de produits finis n'est pas de nature à générer des dangers notables pour l'environnement. Il peut toutefois être précisé que suivant la nature des produits mis en jeu, les opérations de transfert sont susceptibles de générer des atmosphères explosives (ATEX).

En complément de ces activités principales, la société Sermix dispose d'une unité de fabrication de semoulettes via le procédé dénommé SHUGGI. Celui-ci génère de la vapeur d'eau via la combustion de gaz naturel. La description des risques liés au gaz naturel est réalisée dans le titre suivant lié aux utilités.

Les principaux dangers présentés par l'activité principale de l'établissement sont donc similaires à ceux identifiés pour les produits mis en jeu. L'activité secondaire génère également des risques induits par l'utilisation d'utilités (gaz naturel) décrit ci-après.

IV.2. ACTIVITES ANNEXES ET UTILITES

Pour le fonctionnement de son activité, la société SERMIX a recours à des activités annexes :

- l'activité de l'atelier d'entretien,
- l'exploitation de la chaufferie utilisée pour la production de vapeur et le chauffage de l'usine,
- les opérations de charge des équipements de manutention.

Les risques inhérents à ces activités sont décrits ci-après.

Sur son site, l'établissement Sermix dispose également de 2 cuves de propane d'une capacité cumulée de 1 tonne. Ces cuves servent au chauffage des habitations et de l'ancien laboratoire, reconverti en salle de réunion. Bien que ces cuves ne servent pas à l'activité de Sermix, elles sont intégrées aux activités annexes de ce présent point.

IV.2.1 ACTIVITES ANNEXES

IV.2.1.1 L'atelier d'entretien

Un atelier d'entretien est nécessaire pour réaliser les opérations de maintenance des équipements de production. Ainsi, des opérations contenant des points chauds sont notamment réalisées dans ce local.

Cet atelier d'entretien est également utilisé pour entreposer les produits de maintenance (dégraissant, etc.). Ces produits peuvent présenter un caractère inflammable, dangereux pour l'environnement, etc. Toutefois, ces produits sont présents en faibles quantités dans des conditions en adéquation avec les risques présentés (rétention, etc.).

En outre, cet atelier de maintenance est éloigné des limites de propriété et séparé des autres parties de l'établissement soit par un mur REI120, soit par un éloignement d'au moins 10 m.

Par conséquent, les risques inhérents à cet atelier ne sont pas retenus dans la suite de l'étude. Néanmoins, ils sont tout de même présentés dans le chapitre IV de la présente étude.

IV.2.1.2 L'exploitation des installations de combustion

La nouvelle chaudière dispose d'une puissance de 369 kW. Elle est alimentée en gaz naturel via le réseau communal et est utilisée pour la production de vapeur d'eau et le chauffage d'une partie des bâtiments. Une chaudière de 6KW fonctionnant au gaz naturel est également présente pour le chauffage des bureaux et locaux sociaux.

L'établissement dispose également d'une installation de combustion pour le séchage de certains produits finis (au cours de la granulation). Cette installation de combustion dénommée SHUGGI. Cette installation utilise également le gaz naturel comme combustibles afin de générer un lit fluidisé d'air chaud sur lesquels les minéraux sont mis en contact.

Le gaz naturel est un gaz extrêmement inflammable composé de méthane à hauteur de 90 %. En cas de fuite sur une canalisation et présence d'une source d'inflammation (immédiate ou retardée), des phénomènes d'explosion (en milieu confiné), de feu torche (inflammation immédiate), de feu de nuage (inflammation retardée) peuvent se produire.

Au vu de la puissance des chaudières (hors SHUGGI), celles-ci ne sont pas classées sous la rubrique 2910-A – Installation de combustion. Néanmoins, des mesures de prévention sont en place pour éviter un accident majeur sur cette installation (implantation dans un local spécifique, dispositifs de sécurité en extérieur du local : vanne de fermeture sur la canalisation, coupe circuit, ...). Toutefois, par la suite, **les risques présentés par cette activité annexe ne seront pas analysés par la suite de l'étude.**

Les risques inhérents à l'utilisation du SHUGGI sont également retenus dans la suite de l'étude.

IV.2.1.3 Les opérations de charge des chariots

L'établissement dispose de 12 chariots élévateurs dont 11 sont électriques et un fonctionne au gaz.

L'établissement dispose par ailleurs de plusieurs engins électriques, dont les chargeurs sont installés dans deux abris extérieur dédiés, localisés à environ 10 m au Sud du bâtiment de stockage des matières premières et à environ 10 m à l'Ouest de la zone de stockage de palette. Il s'agit notamment de 5 transpalettes électriques, d'une nacelle, d'une balayeuse et 3 autolaveuses. A noter que 2 transpalettes sont dédiés à l'engrainement et au KSE, leur chargeur sont implantés directement sur leur zone respective.

Les opérations de charge d'accumulateurs peuvent être à l'origine de rejets d'hydrogène. Ce gaz, lorsqu'il est en concentration suffisante dans l'atmosphère (LIE : 4 % - LSE : 75 %), présente un risque d'explosion en cas d'apparition d'une énergie d'inflammation suffisante.

En outre, les modalités de recharge (en extérieur et au sein d'un volume de bâtiment important) réduisent fortement les risques de création d'une ATmosphère EXplosible (ATEX) autour des zones de recharge.

Compte tenu de la puissance limitée et de la localisation des zones de charges, les risques présentés par cette activité annexe ne seront pas retenus dans la suite de l'étude. Toutefois, elle sera présentée dans le tableau d'APR (chapitre IV)

IV.2.1.4 Les cuves de propane

L'établissement dispose de deux cuves de propane pour alimenter en chauffage les habitations sur site ainsi que la salle de réunion (ancien laboratoire). Ces cuves disposent d'une capacité cumulée de ^{Informati} t sont implantées à l'écart de l'usine de production (cf PJ48).

Le propane est un gaz inflammable liquéfié. Compte tenu de cette caractéristiques, il est susceptible d'engendrer des BLEVE, de feux torches ou d'UVCE.

Bien que non en lien avec l'activité et à l'écart de celle-ci, cette utilité desservant les habitations et la salle de réunion localisées dans le périmètre ICPE du site sera retenue dans la suite de l'étude de dangers.

IV.2.2 UTILITES

Une perte d'utilité peut, selon le cas, être à l'origine d'une défaillance entraînant directement ou indirectement un accident majeur. Sur le site, les utilités présentes sont :

- l'électricité pour le fonctionnement des installations et des équipements,
- l'air comprimé,
- l'eau potable pour les besoins sanitaires, pour le process ainsi que pour les moyens d'intervention,
- le gaz naturel pour le fonctionnement des installations de combustion,
- les deux cuves de propane pour l'alimentation des habitations et de l'ancien laboratoire.

IV.2.2.1 Électricité

L'approvisionnement en électricité est assuré par un poste EDF alimenté en 20 000 V. Ce poste de livraison alimente un transformateur d'une puissance unitaire de 1250 KVA.

Le réseau de distribution de l'électricité de l'usine s'articule autour de 2 locaux électriques contenant tous les départs vers les utilisateurs. Les principaux utilisateurs d'électricité de l'établissement sont les systèmes motorisés entraînant le procédé de fabrication et les transferts associés, ainsi que la chaudière destinée à produire la vapeur utilisée pour la fabrication des aliments granulés.

Les dispositifs techniques et organisationnels concourant à la prévention et à la protection vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion à ce poste sont les suivants :

- Vérification annuelle des installations électriques par un organisme extérieur avec délivrance du certificat Q18 et conformité des installations suivant la norme NFC 15100 ;
- Contrôle thermographique infra-rouge : vérification réalisée en interne par le personnel de Maintenance Chaque installation électrique est contrôlée annuellement ;
- Détection et extinction automatique d'incendie dans les TGBT (Tableau Général Basse Tension) ;
- Nettoyage régulier des installations électriques : tous les 200 jours pour les TGBT et balayage du poste de livraison tous les 100 jours ;
- Qualification professionnelle du personnel de maintenance et formation à l'habilitation électrique tous les 3 ans ;
- Transformateur de l'usine implanté sur rétention.

Une perte d'alimentation électrique aura pour principale incidence de nuire à la bonne exploitation du site. Le maintien en sécurité des installations de stockage et de procédé de production ne nécessitera pas l'alimentation continue en électricité de l'établissement. Toutefois, une coupure d'électricité engendrera un arrêt de la production.

Vis-à-vis des équipements de sécurité, ces derniers disposent de blocs d'alimentation autonomes permettant de pallier à des défauts ponctuels d'alimentation en électricité.

Par conséquent, une perte de l'alimentation électrique n'est et ne sera pas susceptible d'engendrer un accident majeur sur le site.

IV.2.2.2 Air comprimé

L'air comprimé est produit par l'intermédiaire de trois compresseurs à vis lubrifiées, fonctionnant à une pression comprise entre 7 et 8 bars. En fonctionnement normal, la production d'air comprimé de l'usine est assurée par un compresseur à vitesse variable et d'un second. Le troisième compresseur est utilisé en secours. Deux sécheurs d'air y sont associés.

L'énergie primaire utilisée pour la production d'air est l'électricité. Le temps de fonctionnement des compresseurs est basé sur le temps de production de l'usine. Les utilisateurs d'air sont répartis dans toute l'usine.

Le fonctionnement des compresseurs est asservi à des sondes de températures internes. Par ailleurs, les compresseurs font l'objet d'une maintenance préventive, sous-traitée à un prestataire extérieur (3 interventions par an).

Cet air comprimé est essentiellement utilisé pour le transport des produits (transfert pneumatique) ainsi que pour le décolmatage des filtres.

Au vu de son utilisation, une perte d'alimentation en air comprimé ne sera pas de nature à engendrer un accident majeur directement. Elle induirait l'arrêt, a minima partiel, de l'activité de production de l'établissement.

IV.2.2.3 Eau potable

L'eau potable est utilisée pour :

- les besoins sanitaires (toilettes, lavabos, évier...),
- la presse pour la granulation,
- le mélasseur pour la transformation des produits en semoulette,
- l'installation Shuggi (installation de séchage de matières minérales sur lit fluidisé),
- la presse de la ligne « minéral »,
- la ligne de prémix,
- l'entretien et le lavage des sols,
- l'alimentation des poteaux incendie.

Au vu de son utilisation, une perte d'alimentation en eau de l'établissement ne sera pas de nature à engendrer un accident majeur directement. Elle pourra induire l'arrêt de l'activité de production de l'établissement.

Vis-à-vis des équipements d'intervention, une perte d'alimentation en eau n'aurait pas une incidence significative. En effet, même si les poteaux incendie projetés pourrait s'avérer inutilisable, les autres moyens d'intervention pourraient être déployés par les équipiers de première intervention et les services d'incendie et de secours (extincteurs).

Ainsi une perte d'utilité ne serait pas une source d'apparition d'un accident majeur sur le site.

IV.2.2.4 Gaz naturel

Comme indiqué précédemment, le gaz naturel est utilisé pour le fonctionnement des installations de combustion nécessaires à la production de vapeur ainsi qu'au chauffage d'une partie des bâtiments.

Une perte d'alimentation induirait par conséquent un arrêt d'une partie de l'activité. Toutefois, elle ne serait pas de nature à engendrer un accident majeur au regard de son utilisation.

IV.2.2.5 Les cuves de propane

Les cuves de propane dispose d'une capacité cumulée d'une tonne. Elle sont utilisées pour le chauffage des habitations et de l'ancien laboratoire (salle de réunion). Ainsi, en cas de perte d'alimentation en propane, celle-ci n'aurait aucune incidence sur le fonctionnement de l'usine.

V. SYNTHÈSE DES POTENTIELS DE DANGERS

L'analyse des potentiels de dangers présents au sein de l'établissement est synthétisée dans le tableau ci-après.

Produits / Activités	Potentils de dangers	Phénomènes dangereux associés	Retenus pour la suite de l'étude
Matières premières (intégrant des produits relevant des rubriques 4510 et 4511)	Potentiel caractère combustible et pulvérulent	Incendie Emission de fumées toxiques Explosion (silos) Pollution du milieu naturel (eaux d'extinction)	Oui
Produits finis (intégrant des produits relevant des rubriques 4510 et 4511)	Potentiel caractère combustible	Incendie Emission de fumées toxiques Pollution du milieu naturel (eaux d'extinction)	Oui
Cas des matières et produits finis dangereux (autres que ceux soumis à la rubrique 4510 ou 4511)	Comburant, irritant,...	Incendie Emission de fumées toxiques Pollution du milieu	Non (très faibles quantités)
Ensemble des produits dangereux	Caractère incompatible	Incendie Emission de fumées toxiques Dégagement gazeux	Non
Activité de stockage (activité de réception, expédition, de manutention, de stockage)	Collision Ecrasement, Chute de produits Défaillance électrique	Départ de feu (source d'ignition) Mise en suspension de particules pulvérulentes (Explosion/ensevelissement)	Oui (uniquement en terme de source d'ignition potentielle)
Activité de production (mélange, tamisage, granulation (SHUGGI), etc.)	Défaillance électrique Points chauds Fuite sur utilité	Incendie Explosion	Oui
Charge des batteries	Dégagement d'hydrogène (gaz inflammable) Combustible	Explosion Incendie	Non (puissance de charge cumulée limitée et ventilation importante) mais sera tout de même analysé dans l'APR
Atelier d'entretien (Présence de produits d'entretien – liquides inflammables)	Inflammable	Incendie	Non (faible quantité dans une armoire dédiée), mais sera tout de même analysé dans l'APR
Chaufferie	Gaz inflammable	Explosion Incendie	Oui (malgré la faible puissance de l'installation et présence de mesures de protection)
Cuves de propane	Gaz inflammable liquéfié	Explosion Incendie	Non (faible capacité et usage domestique)

			<p>(chauffage pour une salle de réunion et les habitations) à l'écart des activités de production et en dehors des effets dominos) mais sera tout de même analysé dans l'APR</p>
--	--	--	---

Tableau 2 : Synthèse des potentiels de dangers

Nota : de manière générale, les produits susceptibles de générer un incendie ont également été considérés de créer une pollution du milieu naturel en cas de génération des eaux d'extinction.

La cartographie ci-après localise ces potentiels de dangers.



Figure 25 : Synthèse des potentiels de dangers du site

VI. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

Le projet de la société SERMIX faisant l'objet de la présente étude consiste à réorganiser sa production en externalisant la production d'aliments pour animaux afin de dédier l'activité du site uniquement à la production de prémix et additifs et d'aliments minéraux vitaminisés. Cette évolution entre dans le cadre de la restructuration de certains sites afin d'optimiser les capacités de production nationales et la modernisation et spécialisation industrielle de certains sites.

Les seuls produits stockés en grande quantité seront des matières premières majoritairement inscrits sous la rubrique 4510 et des produits finis correspondants principalement à la rubrique 4511. Ces matières premières sont les composants principaux des produits fabriqués sur le site. Il n'est donc pas envisageable de supprimer ou de substituer ces produits au risque de remettre en cause l'activité exercée au sein de l'établissement.

Toutefois, afin de limiter les effets susceptibles d'être générés en mode dégradé, des mesures de réduction de ces potentiels de dangers ont été prévues dans le cadre de ce projet. Elles se traduisent par :

- une optimisation des flux de marchandises permettant ainsi de réduire au maximum les quantités de produits en stock sans compromettre l'approvisionnement des clients.
- le fractionnement des capacités de stockage (séparation de la zone de stockage des matières premières et des produits finis,
- la mise en place de nouvelle technologie de dosage (kse) permettant de réduire les capacités des matières premières en vrac avant l'introduction dans le procédé de mélange tout en réduisant les opérations transfert manuel.

Ainsi, l'évolution du site permet à l'établissement d'intensifier sa production d'aliment minéral et de prémix en écartant les risques induits par l'activité de fabrication d'aliment pour porcelet, et de disposer de nouvelles technologies de fabrication (kse) en adéquation avec les risques présentés par l'activité (réduction des volumes de dosage).

CHAPITRE III. MOYENS DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION

Les moyens de prévention, de protection et d'intervention sur site seront de trois natures :

- organisationnels,
- constructifs,
- techniques (équipements spécifiques).

L'engagement de la société SERMIX à conserver un niveau élevé de sécurité via ces moyens est intégré au sein de la Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM).

La signature de cette politique a été actée le 18 mars 2022. Cette PPAM sera réexaminée et mise à jour lors de tout changement notable, à la suite d'un accident majeur ou a minima tous les 5 ans si nécessaire, conformément à l'article R.515-87 du Code de l'Environnement. La PPAM signé en aout 2021 est disponible en annexe.

Annexe 3 : Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM)

Pour rappel, la PPAM est un engagement de la direction sur des objectifs de prévention des accidents majeurs. Elle est appropriée à la nature et à la dimension des activités de l'établissement.

Ainsi, la société SERMIX s'engage sur les principes suivants :

- mettre en place un Système de Gestion de la Sécurité (S.G.S) adapté à ses opération, évolutif et conforme à la réglementation,
- obtenir la complète adhésion de tout le personnel et l'implication de ses instances représentative vis-à-vis des aspects relatifs à l'hygiène, la sécurité et la protection de l'environnement,
- maintenir un programme d'inspections périodiques de ses installations et de ses activités,
- améliorer en permanence la maitrise des dangers liés aux accidents majeurs en mettant en œuvre des mesures dont le cout n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus.

Ces principes et objectifs seront associés aux moyens suivants :

- la définition des responsabilités en termes d'hygiène, de sécurité et d'environnement,
- la formation aux procédures relatives à la gestion de la sécurité et de l'environnement de chaque salarié, adaptée à son niveau d'implication,
- encourager la remontée des anomalies ou dysfonctionnements,
- contrôler et surveiller les stocks,
- analyser systématiquement les retours d'expérience, des incidents relatifs à la sécurité et à l'environnement, des audits internes, des audits du groupe et des inspections réalisées par l'inspection des installations classées,
- mettre à jour le plan d'opération interne, le rendre opérationnel et faire des exercices périodiques en interne et avec le SDIS.

I. LE SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE

Résultat de son passage seuil haut, l'établissement SERMIX mettra en œuvre un Système de Gestion de la Sécurité (SGS), le cas échéant. Ce système est applicable à toutes les installations susceptibles de générer des accidents majeurs. Il a pour objectif de définir l'organisation, les fonctions des personnels, les procédures et les ressources qui permettent de déterminer et de mettre en œuvre la PPAM.

Conformément à l'arrêté du 26 mai 2014 modifié, le SGS s'articulera autour des points suivants :

- L'organisation et la formation,
- L'identification et l'évaluation des risques liés aux accidents majeurs,
- La maîtrise des procédés et la maîtrise d'exploitation,
- La conception et la gestion des modifications,
- La gestion des situations d'urgence,
- La surveillance des performances,
- Les audits et les revues de direction.

I.1. L'ORGANISATION ET LA FORMATION

Ce point consiste à décrire les fonctions du personnel associés à la prévention et au traitement des accidents majeurs afin d'identifier notamment les besoins en formation de ce personnel ainsi que de son adéquation avec le besoin identifié. Cette identification peut faire intervenir du personnel de la société Sermix mais également de société tierce. Dans ce cas, les modalités d'interface avec ce personnel sont précisées.

I.2. L'IDENTIFICATION ET L'EVALUATION DES RISQUES LIES AUX ACCIDENTS MAJEURS,

Dans ce point, la société SERMIX développera et mettra en œuvre des procédures visant à identifier et à évaluer systématiquement les dangers inhérents aux substances et aux matières stockées, à ses activités et à son environnement.

I.3. LA MAITRISE DES PROCEDES ET LES MAITRISES D'EXPLOITATION

Les procédures et modes opératoires permettant de s'assurer d'un fonctionnement des installations dans des conditions de sécurités optimales seront intégrées au SGS. Les procédures et modes opératoires existants seront, le cas échéant, réactualisés afin d'intégrer les évolutions de fonctionnement projetées.

I.4. LA CONCEPTION ET LA GESTION DES MODIFICATIONS

Pour ce point, la société SERMIX développera des procédures afin de planifier et de contrôler les changements relatifs aux procédés, aux produits, aux équipements, aux logiciels, au personnel qui seraient susceptibles d'affecter la maîtrise des principaux dangers.

I.5. LA GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE

Dans ce chapitre, la société SERMIX établira des procédures en vue de la gestion des situations d'urgence au regard des procédures identifiées au point 2 et 3 ci-avant). Ces procédures seront en lien direct avec le Plan d'Opération Interne qui est en cours de révision.

Ces procédures feront l'objet d'une formation à l'ensemble du personnel de l'établissement ainsi que du personnel des sociétés identifiées au point 1.

I.6. LA SURVEILLANCE DES PERFORMANCES

La société Sermix s'assurera au travers de ce point du maintien constant des objectifs du SGS et de la PPAM via des procédures, identifiant notamment, les corrections à apporter en cas de non-respect. L'objectif étant de formaliser via des procédures, la prise en compte continu du retour d'expérience des accidents majeurs ou des accidents évités de justesse.

I.7. LES AUDITS ET LES REVUES DE DIRECTION

Ce point s'attachera à établir des procédures en vue d'évaluer périodiquement et systématiquement la PPAM ainsi que l'efficacité et l'adéquation du SGS.

L'élaboration du SGS de la société Sermix s'appuiera sur les moyens organisationnels, constructifs et techniques détaillés ci-après.

II. MOYENS ORGANISATIONNELS

II.1. CONSIGNES

Conformément aux arrêtés ministériels applicables à l'établissement et sans préjudice des dispositions du Code du travail, des consignes précisant les conditions d'exploitation et de sécurité ont été établies et affichées dans des lieux fréquentés. Elles seront actualisées pour tenir compte des nouvelles installations et activités ainsi que de la nature des produits qui sont projetés. Ces consignes portent ou porteront, entre autres, sur les mesures suivantes :

- l'interdiction de fumer en dehors des zones définies (à l'extérieur des bâtiments et éloignées des zones de stockage),
- l'interdiction de brûlage à l'air libre,
- l'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque, hormis dans les bureaux séparés des cellules de stockage,
- l'obligation de réaliser des « permis d'intervention » en cas de travaux dans les zones à « risque »,
- les modalités de stockage des marchandises et notamment les produits dangereux,
- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité des installations,
- les mesures permettant de tenir à jour en permanence et de porter à connaissance des services d'incendie et de secours la localisation des matières dangereuses et les mesures à prendre en cas de fuite sur un récipient,
- les modalités de mise en œuvre du dispositif d'isolement du réseau de collecte,
- la mise en œuvre des moyens de lutte contre l'incendie (précisée par la suite),
- la procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement et des services d'incendie et de secours.

Ces informations sont en partie reprises au sein d'un Plan d'Opération Interne (POI) qui est disponible sur le site (version aout 2021).

Ce POI intégrera le Plan de Défense Incendie (PDI) prévu par l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 relatif aux dispositions applicables aux installations relevant de la rubrique 1510.

II.2. PLAN D'OPERATION INTERNE

Le Plan d'Opération Interne a pour objectif de définir les méthodes d'organisation, les méthodes d'intervention et les moyens d'intervention à mettre en œuvre tout au long de l'évolution d'une situation dégradée. Pour cela, le plan qui a été établie est en cours de révision. A terme, ce POI intégrera, la configuration future de l'établissement ainsi que l'ensemble des informations, prévues dans l'arrêté du 26 mai 2014, à savoir :

- le nom des personnes habilitées à déclencher des procédures d'urgence ainsi qu'à déployer, le cas échéant, les mesures d'atténuation,
- la description des mesures à prendre pour maîtriser ou limiter les conséquences d'un accident majeur susceptible d'être identifié dans cette étude de dangers,
- les mesures pour limiter les risques pour les personnes se trouvant sur le site, y compris le système d'alerte et la conduite à tenir en cas d'alerte,
- les dispositions prises pour alerter les autorités,
- les dispositions permettant de mener les premiers prélèvements environnementaux à l'intérieur et à l'extérieur du site,
- les moyens et les méthodes prévus pour la remise en état et le nettoyage de l'environnement après un accident majeur.

Ce plan sera éprouvé au moyen d'exercices réalisés au moins tous les ans et sera revu le cas échéant.

Précisons que résultat de leur historiques communes, les salariés des sociétés Sermix et Union InVivo sont formés à intervenir sur les deux sites (risques industriels et risques engrais). En outre, les salariés d'Union InVivo sont formés et connaissent la procédure d'évacuation en cas d'accident sur le site.

II.3. PLAN DE DEFENSE INCENDIE

Le Plan de Défense Incendie (PDI) sera intégré au POI qui est en révision. Il comprendra l'ensemble des éléments nécessaires à l'intervention du personnel interne et des services de secours sur la base des scénarios d'incendie d'une « cellule de stockage » (incendie de la partie matières premières et incendie de la partie produits finis). Ainsi, conformément au point 23- Plan de défense Incendie de l'annexe II de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts, le POI comportera à terme, l'ensemble des points suivants :

- les modalités de mise à disposition de l'état des stocks et des fiches de données de sécurité des produits dangereux présents,
- le schéma d'alerte décrivant les actions à mener à compter de la détection d'un incendie (l'origine et la prise en compte de l'alerte, l'appel des secours extérieurs, la liste des interlocuteurs internes et externes),
- l'organisation de la première intervention et de l'évacuation face à l'incendie en période ouvrée,
- les modalités d'accueil des services d'incendie et de secours en périodes ouvrées et non ouvrées,
- la justification des compétences du personnel susceptible d'intervenir en cas d'alerte, avec des extincteurs et des robinets d'incendie armés et d'interagir sur les moyens fixes de protection incendie, notamment en matière de formation, de qualification et d'entraînement,
- le plan de situation décrivant schématiquement l'alimentation des différents points d'eau ainsi que l'emplacement des dispositifs d'obturation sur les canalisations, et les

modalités de mise en œuvre, en toutes circonstances, de la ressource en eau nécessaire à la maîtrise de l'incendie de chaque cellule,

- la localisation des commandes des équipements de désenfumage,
- la localisation des interrupteurs centraux.

II.4. FORMATIONS

Le personnel de l'établissement dispose de formations spécifiques afin de garantir une sécurité satisfaisante sur le site. Ainsi, le personnel dispose de formations portant notamment sur :

- l'utilisation des chariots électriques,
- l'habilitation électrique, le cas échéant,
- les gestes de premiers secours,
- la manipulation des équipements de première intervention (extincteurs),
- les risques liés aux incendies et les risques d'explosion de poussières
- la manipulation de produits chimiques et de risques chimiques.

Ces formations sont renouvelées pour s'assurer de leur bonne prise en compte.

Notons que ces formations seront complétées par des exercices réguliers notamment :

- des exercices d'évacuation renouvelés tous les 6 mois,
- des exercices d'intervention (pouvant intégrer les exercices d'évacuation) renouvelés au moins tous les ans (fonctionnement du POI).

II.5. AUTRES MESURES ORGANISATIONNELLES

Afin de prévenir un accident sur le site, d'autres mesures organisationnelles sont en place sur le site :

- le contrôle d'accès à l'établissement (portail maintenu fermé en dehors des périodes d'ouverture),
- le protocole de nettoyage régulier des locaux,
- les procédures de réception des matières premières (*Information non communicable*
[redacted]
[redacted]
[redacted]
[redacted]),
- le contrôle à réception des matières premières (*Information non communicable*
[redacted]
[redacted]),
- la réalisation d'une maintenance préventive et des contrôles périodiques (extincteurs, RIA, exutoires de fumées, contrôle électriques, ...). Le suivi de chaque contrôle ainsi que la périodicité des contrôles est géré via un tableau de suivi. Ce tableau est disponible directement sur le site.

III. DISPOSITIFS CONSTRUCTIFS

III.1. GENERALITES

Afin de prévenir, protéger et limiter les effets des phénomènes dangereux sur les installations de l'établissement ou sur les intérêts visés à l'article L.511-1 du Code de l'Environnement, la société Sermix dispose de moyens constructifs variant suivant les zones d'exploitation.

Concernant le bâtiment de stockage des matières premières, ces moyens concernent notamment :

- le respect des dispositions constructives applicables aux installations nouvelles mentionnées dans l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts. Cela se traduit notamment par :
 - o règles d'implantation : éloignement du bâtiment à plus de 20 m des limites de propriété,
 - o stabilité des poteaux en béton R120 et des poutres en bois R15,
 - o couverture répondant aux caractéristiques de résistance au feu (couverture Broof t3, isolant répondant à la classe A2s1d0 ou équivalent (support et isolant), matériaux d0 utilisés pour l'éclairage naturel,...),
 - o séparation du bâtiment de stockage avec l'atelier par une paroi REI210,
 - o séparation du bâtiment de stockage de matières premières avec le stockage de palettes bois par une paroi REI 120,
 - o présence d'exutoires de fumées à commande manuelle et automatique en toiture,
 - o issues de secours et accès au bâtiment en nombre suffisant et répondant à des caractéristiques adéquates,
- le compartimentage des marchandises au sein d'un bâtiment présentant une surface limitée (inférieures à 1 500 m²) et une hauteur faible (inférieure à 23 m),
- la mise en place d'écrans thermiques REI 120 sur les façades extérieures.

Au niveau du bâtiment de stockage des produits finis, celui-ci dispose des équipements suivants :

- présence de dispositifs d'évacuation des fumées,
- présence d'équipements de premières intervention (RIA, extincteurs)

Pour la partie tour de fabrication, une partie des équipements dispose de système de mise en dépression afin de capter à la source les zones de mises en suspension de poussières. Certains silos (silos de grandes capacités susceptibles de recevoir des produits pulvérulents) sont équipés d'évents d'explosion.

L'ensemble de ces équipements et moyens (RIA, exutoires, etc.) figurent dans le Plan d'Opération d'Intervention qui est en cours de révision.

IV. DISPOSITIFS TECHNIQUES (EQUIPEMENTS)

IV.1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES

Les installations électriques font l'objet de contrôle annuel (certificat Q18). Des contrôles thermographiques sont également réalisés annuellement pour s'assurer de la conformité des installations électriques.

Les installations font également l'objet d'une conformité relative à la protection foudre. Comme mentionné précédemment, une Analyse du Risque Foudre ainsi qu'une Etude technique ont été réalisées par DEKRA, certifié F2C. Ces études mentionnent les dispositifs à mettre en œuvre pour s'assurer d'une protection des installations contre la foudre. Ces équipements ont été correctement installés comme le conclut la dernière vérification (cf. Annexe 2). Ces installations font l'objet de contrôle annuel (visuelle ou complet).

De plus, compte tenu des produits mis en jeu et des activités, certaines zones sont susceptibles de générer des zones ATEX (atmosphères explosibles). Dans le cadre du DRPCE de l'établissement, la vérification de l'adéquation des équipements présents dans les zones ATEX a été réalisée et est disponible sur le site. La mise à la terre des équipements le nécessitant permet également d'éviter la création de charges électrostatiques.

IV.2. ASPIRATION DES POUSSIÈRES

Afin d'éviter la formation d'atmosphères explosives suite à la mise en suspension de poussières, une aspiration centralisée (mise en dépression) est présente au niveau des différentes zones de travail. Elle vise notamment à capter les atmosphères lors des opérations de transvasement (engrainement) et de dosage.

Ce système permet ainsi une aspiration à la source des opérations générant des poussières et le nettoyage des locaux afin d'éviter la mise en suspension des poussières.

IV.3. DETECTION INCENDIE

La détection incendie au niveau du bâtiment de stockage de matières premières et de produits finis est actuellement en place. Ce dispositif fait l'objet de contrôle régulier mentionné dans le tableau de suivi de l'établissement.

Des dispositifs de détection incendie sont déployés au niveau des autres locaux de l'établissement (atelier, bureaux, locaux techniques, engrainement, fosses, presse, etc.). Ces dispositifs sont également intégrés au périmètre de contrôle des dispositifs de détection du site.

Les zones et l'emplacement des dispositifs de détection sont disponibles en annexe.

Annexe 4 : Zones et emplacements des dispositifs de détection incendie

En cas de détection incendie sur le site, une alarme audible dans l'ensemble du bâtiment sera actionnée et transmettra l'information à l'exploitant. Cette détection incendie entraînera également l'actionnement de la vanne de confinement de l'établissement permettant d'isoler le réseau d'eaux pluviales et de confiner d'éventuels eaux d'extinction.

IV.4. EQUIPEMENTS DE PREMIERE INTERVENTION

En cas de départ de feu, le personnel formé au maniement des moyens de première intervention pourra intervenir en utilisant les extincteurs et les Robinets d'Incendies Armés (RIA) qui sont déployés sur le site.

Comme indiqué précédemment, ces équipements font l'objet d'un suivi régulier et leur positionnement sera disponible au sein du POI qui est en cours de révision.

IV.5. EQUIPEMENTS DE SECURITE DES EQUIPEMENTS DE COMBUSTION

L'établissement dispose de deux chaudières de faibles capacités ainsi qu'une installation de combustion pour le séchage (SHUGGI).

Les chaudières sont implantées au sein d'un local dédié. Ce local dispose d'un coupe circuit en extérieur du local. Ce local est équipé d'un dispositif de détection incendie.

Le SHUGGI est, quant à lui, une installation industrielle qui ne peut pas être implantée dans un local spécifique. Toutefois, il peut être noté que cet équipement dispose de dispositif de sécurité permettant d'assurer la sureté de l'équipement. Il est notamment recensé :

- **Information non**

- [REDACTED]
- [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]

[REDACTED]

V. MOYENS D'INTERVENTION DISPONIBLES AUX SERVICES DE SECOURS

En cas de départ de feu non maîtrisé, le service d'incendie et de secours local et les centres d'intervention aux alentours seront alertés.

Afin de faciliter leur intervention, plusieurs mesures ont été mises en œuvre sur le site :

- des accès à l'établissement permettant le passage des services d'intervention,
- une voie engin autour du bâtiment de stockage des matières premières,
- des points d'eau.

A ces dispositifs s'ajoutent les moyens pour confiner les eaux d'extinction en cas d'intervention des services d'incendie.

V.1.ACESSIBILITE

L'établissement est accessible au service d'incendie et de secours via l'entrée et la sortie des poids lourds. Ces accès donnent sur la RD41.

Durant les périodes d'ouvertures de l'établissement, les portails de l'établissement sont fermés mais ouvrables sur demandes. En dehors des horaires d'ouverture, le service d'incendie et de secours pourra accéder aux installations en débrayant les portails s'ils devaient accéder à l'établissement sans la présence d'un membre de la société Sermix.

V.2.VOIE ENGIN

Suite à l'incendie du bâtiment de stockage de matières premières, la réfection de ce local a permis de mettre en place de nouvelles mesures sur le site et notamment la création d'une voie engin. Une voie engin de 6 m de large a été créée afin de permettre au service d'incendie et de secours de faire le tour du bâtiment de stockage des matières premières.

Cette voie engin dispose d'une largeur de 6 m pour permettre le croisement des engins. Elle a été dimensionnée pour disposer d'une résistance à la force portante calculée pour un véhicule de 320 kN avec un maximum de 130 kN par essieu.

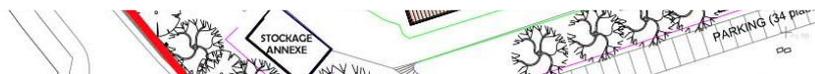
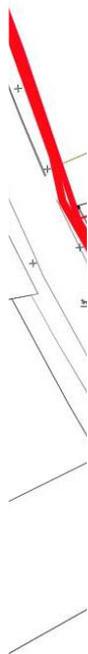
V.3. RESSOURCES EN EAU ET EQUIPEMENTS ASSOCIES

V.3.1 BESOINS EN EAU

Conformément à l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts, les besoins en eau ont été déterminés suivant l'instruction technique D9, éditée par le CNPP, version septembre 2001 (installation existante). Le détail des calculs est présenté ci-après.

Pour ce tableau, la surface de chaque zone correspond à la surface au sol des zones suivant leur activité. Elles sont réparties comme suit

Information non diffusable largement



CRITÈRES	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES / JUSTIFICATION
		Bâtiment de stockage des produits finis	Zone d'activité	
Hauteur de stockage				
- Jusqu'à 3 m	0	0	0	Hauteur de stockage de 3 m
- Jusqu'à 8 m	+ 0,1			
- Jusqu'à 12 m	+ 0,2			
- Jusqu'à 30 m	+ 0,5			
- Jusqu'à 40 m	+ 0,7			
- Au-delà de 40 m	+ 0,8			
Type de construction				
- Résistance mécanique de l'ossature \geq R 60	- 0,1	+ 0,1	+ 0,1	
- Résistance mécanique de l'ossature \geq R 30	0			
- Résistance mécanique de l'ossature $<$ R 30	+ 0,1			
Types d'interventions internes				
- accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée)	- 0,1	- 0,1	- 0,1	DAI généralisée
- DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels	- 0,1			
- Service de sécurité incendie ou équipe de seconde intervention avec moyens appropriés en mesure d'intervenir 24h/24	- 0,3			
Σ coefficients		0	0	
1 + Σ coefficients		1	1	
Surface de référence (S en m²)	6734	3009	3725	
Qi = 30 x S / 500 x (1 + Σ Coef)		180,54	223,5	
Catégorie de risque		Risque 2	Risque 1	Fascicule B07
Risque faible : QRF = Qi x 0,5				
Risque 1 : Q1 = Qi x 1			223,5	
Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5		270,81		
Risque 3 : Q3 = Qi x 2				
Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau : QRF, Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2		Non	Non	
		270,81	223,5	
Débit calculé (Q en m³/h)		270,81	223,5	
Débit retenu (Q en m³/h)		480		arrondi au multiple de 30 le plus proche

Les besoins en eau ainsi déterminés s'élèvent à 480 m³/h, soit un volume de 960 m³ pour une durée de 2 h. Il est important de préciser que ces besoins en eau ne sont pas liés à l'évolution projetée de l'établissement.

De plus, malgré la faible combustibilité des produits mis en jeu (produits essentiellement à base minérale), un risque 2 a été considérée pour la zone de stockage des produits finis.

V.3.2 POINTS D'EAU

L'établissement dispose 5 poteaux incendie internes et externes pour l'intervention sur son site. Ils sont visibles sur le plan ci-contre :



Figure 26 : Positionnement des poteaux incendie et essais de 2020

Des tests de débit ont été réalisés en septembre 2024 en simultanément sur les poteaux 130, 132 et 133 afin de vérifier la capacité des poteaux. Les résultats sont disponibles en annexe.

Annexe 5 : Résultat d'essai des poteaux incendie, 2024

Il ressort de ces essais que les 3 poteaux sont en mesure de fournir un débit unitaire de 60 m³/h en simultanément, soit un débit total cumulé de 180 m³/h.

V.3.3 ADEQUATION DES BESOIN EN EAU

Il ressort des deux paragraphes précédents que les capacités disponibles sur le site actuellement ne sont pas en adéquation avec l'estimation des besoins en eau réalisés suivant l'instruction technique d9 présentée dans ce dossier.

Afin de s'assurer de la disponibilité des besoins en eau suffisante, la société Sermix projette la mise en place de 2 bâches incendie d'une capacité cumulée de 600 m³ (une bâche de 360 m³ et une bâche de 240 m³). La capacité de chacune des bâches et leur position a fait l'objet d'un échange avec le SDIS lors de leur venue sur le site le 26 septembre 2024. Lors de cette réunion, les recommandations en matière de positionnement des bâches (à plus de 10 m du bâtiment) sur la zone au Nord du site ont été transmises. Ces recommandations seront respectées. Les ouvrages seront réceptionnés par le SDIS, une fois installés.

La mise en place de ces bâches est prévu au cours de l'année 2025.

V.4. CAPACITES DE RETENTION

Pour le confinement des eaux d'extinction générées lors d'un incendie, le site dispose d'un réseau présentant un volume de 1 500 m³. Ce bassin permet d'isoler le réseau d'eaux pluviales via l'actionnement d'une vanne automatique.

Le dimensionnement des besoins de confinement a été réalisé suivant le document technique D9a rédigé par le CNPP, version juin 2020. Ce calcul est synthétisé dans le tableau suivant.

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat D9 x 2 heures	960
		+	+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	0
		+	+
	Rideau d'eau	Besoins x 90 min	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
	+	+	
	Colonne humide	Débit x temps de fonctionnement requis	0
	+	+	
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage	505 ⁽¹⁾
		+	+
Présence stock de liquides		20 % du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	3 ⁽²⁾
		=	=
Volume total de liquide à mettre en rétention (m³)			1468

(1) Afin d'anticiper une extension future du site et sans compromettre la fonctionnalité de son réseau de gestion des eaux pluviales, la surface drainée prise en compte dans ce dimensionnement comprend la surface des aires imperméabilisées actuelles ainsi que la surface associée à une urbanisation à hauteur de 90% des deux parcelles au Nord du site (n°150 et n°151) aujourd'hui entièrement végétalisées. La surface active drainée associée correspond ainsi à 50526 m² (en accord avec les surfaces mentionnées dans la PJ4 – étude d'impact)

(2) Au maximum, 15 tonnes de produits liquides pourront être présent dans le bâtiment. Il ne s'agit pas de matières dangereuses.

Notons que le volume du bassin qui a été pris en compte correspond au plus grand volume nécessaire entre celui lié au tamponnement des eaux pluviales (1 390 m³) et celui lié au confinement des eaux d'extinction (1 468 m³). Le bassin en place dispose d'une capacité de 1500 m³. Ce dispositif est donc capable de confiner l'ensemble du volume d'eaux d'extinction estimé suivant l'instruction technique D9a.

CHAPITRE IV. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

I. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour but d'identifier l'ensemble des événements initiateurs susceptibles d'entraîner des phénomènes dangereux au sein d'un établissement. Elle s'attache également à déterminer les barrières de sécurité existantes en vue de limiter les risques identifiés.

Cette étude est basée sur la méthode dite d'Analyse Préliminaire des Risques (APR). Elle est réalisée avec l'appui d'un groupe de travail composé de personnes expérimentées et spécialistes des installations.

Dans un premier temps, l'analyse des risques de l'établissement est découpée par domaines d'activités ou par atelier.

L'analyse des différents risques par installation est ensuite détaillée au sein du tableau de synthèse suivant :

Installation/ atelier :								
N° (1)	Produits ou équipements (2)	Evènement redouté central (3)	Evènements initiateurs (4)	Phénomènes dangereux (5)	Dispositifs de prévention et d'intervention (6)	Intensité (7)	Probabilité (8)	Cinétique (9)

Ce tableau a pour objectif de recenser exhaustivement l'ensemble des événements initiateurs pour chacun des événements redoutés centraux qu'ils soient internes au site ou externes. La réalisation de ce tableau s'appuie ainsi sur la vulnérabilité de l'établissement, les potentiels de dangers ainsi que les moyens de prévention et de secours présentés dans les chapitres précédents.

Les différentes significations des colonnes sont précisées ci-dessous.

Colonne **(1)** – Identification des événements

Colonne **(2)** – Produits ou équipements mis en jeu

Colonne **(3)** – Evènement redouté central (ERC) (tel que fuite de gaz, apparition d'une source d'inflammation),

Colonne **(4)** – Liste des différents événements initiateurs (EI) susceptibles d'engendrer l'évènement redouté central, qu'ils soient internes au site ou externes.

Colonne **(5)** – Phénomènes dangereux susceptibles d'être engendrés par l'ERC

Colonne **(6)** – Dispositifs de prévention et d'intervention mis en œuvre sur le site pour réduire, ou limiter l'intensité ou la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux

Colonnes **(7) (8) et (9)** –Cotations qualitatives de l'intensité, de la probabilité d'occurrence et de la cinétique du phénomène dangereux.

Ces cotations initiales sont basées sur les échelles suivantes. Le positionnement du phénomène dangereux au sein de ces échelles est déterminé suivant le retour d'expérience identifié dans les chapitres précédents et grâce à l'expérience des personnes participant au groupe de travail d'Analyse Préliminaire des Risques du projet.

Cotation de l'intensité initiale

Une échelle simple de cotation de l'intensité des effets est utilisée :

1 – Effets non susceptibles de sortir des limites de site

2 – Effets susceptibles de sortir des limites de site (risque d'accident majeur)

En cas d'atteinte de la cotation d'intensité 2, le scénario sera retenu pour l'élaboration d'une analyse quantitative des effets du phénomène dangereux.

Cotation de la probabilité initiale

Dans l'approche de l'Analyse Préliminaire des Risques, la probabilité d'occurrence des événements redoutés est cotée de façon qualitative comme suit :

Probable : S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie d'une installation

Improbable : S'est déjà produit dans le secteur d'activités sans que les éventuelles mesures de corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité

Très improbable : S'est déjà produit dans ce secteur d'activités mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité ou n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial.

Cotation de la cinétique

L'échelle de cinétique retenue comporte deux niveaux, conformément à la définition de cinétique présentée dans l'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 :

Cinétique lente : lorsque la cinétique de déroulement de l'accident permet la mise en œuvre des mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'intérieur des installations avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.

Cinétique rapide : lorsque la cinétique ne permet pas de répondre à la définition de la cinétique lente

II. APPLICATION AU SITE

II.1. ANALYSE DES RISQUES

Cette analyse a été réalisée par le groupe de travail constitué de :

- Guillaume Hannotiaux, responsable des projets industriels de SERMIX,
- Olivier Montiège, dirigeant-fondateur de la société I.C.E Conseil,
- Elodie Rousseau, chargée de mission ICPE au sein de la société I.C.E Conseil.
- Sophie Grolleau, chargée de mission ICPE au sein de la société I.C.E Conseil.

Au vu des potentiels de dangers recensés et retenus, l'analyse préliminaire a porté sur :

- la réception des marchandises et leur expédition (poids lourds),
- le stockage des matières premières,
- le stockage des produits finis,
- la fabrication de prémix
- la fabrication de minéraux,
- les utilités et activités annexes (charges de batteries, atelier d'entretien, chaufferie, cuves de propane).

Le tableau détaillant cette analyse préliminaire des risques est fourni en page suivante.

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
Réception des marchandises et expédition								
1	Réception/ expédition des produits conditionnés Camions	Départ de feu	Défaillance du camion (surchauffe des freins,...)	Incendie du poids lourds (Effets thermiques)	Information non communicable [redacted]	1	Probable	Rapide
2			Défaillance humaine (flamme nue) Effets dominos (zones de stockage,...) Agression naturelle externe	Incendie du poids lourds (Effets toxiques)	[redacted]	1	Probable	Rapide
3		Production d'eaux d'extinction	Incendie de camions	Pollution du milieu naturel	Information non communicable [redacted]	Non sortant	Probable	Rapide
4	Réception/ expédition des produits vrac – produits pulvérulents en fosse Camions	Explosion au niveau de la fosse	Suspension de pulvérulents combustibles	Explosion d'une atmosphère explosive (Effets de surpression)	Information non communicable [redacted]	1 (faible quantité mise en jeu et faible confinement de la zone la fosse)	Probable	Rapide
5			Défaillance humaine (flamme nue), points chaud, électricité statique, transmission de particules incandescentes du camion, Agression naturelle externe					

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
Stockage des matières premières								
6	Stockage de matières pouvant présenter un caractère combustible (y compris les matières dangereuses) conditionnés	Départ de feu	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Effets dominos (atelier de maintenance, stockage palettes, camions à quais,...)	Incendie du bâtiment de stockage des matières premières (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	2 (Risque d'effets sortant)	Probable	Rapide
7				Incendie du bâtiment de stockage des matières premières (Effets toxiques – Emission de fumées)	[Redacted]	2	Probable	Rapide
8		Production d'eau d'extinction	Incendie du bâtiment de stockage des matières premières (référence n°6)	Pollution du milieu naturel	Information non communicable [Redacted]	Non sortant	Probable	Rapide
9	Stockage de palettes en bordure du bâtiment de matières premières	Départ de feu	Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Effets dominos (bâtiment de stockage matières premières)	Incendie de la zone de stockage des palettes (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	2 (risque de propagation)	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
10	Stockage en vrac (silos) de produits pulvérulents	Départ de feu	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue)	Incendie d'un silo (effets thermiques)	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible surface en jeu)	Probable	Rapide
11	Stockage en vrac (silos) de produits pulvérulents		Agression naturelle externe	Incendie d'un silo (émission de fumées)	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible surface en jeu)	Probable	Rapide
12	Stockage en vrac (silos) de produits pulvérulents	Production d'eau d'extinction	Incendie d'un silo matières premières (référence n°10)	Pollution du milieu naturel	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████	Non sortant	Probable	Rapide
13	Stockage en vrac (silos) de produits pulvérulents	Accumulation de poussières - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Explosion d'un silo (Effets de surpression)	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	2	Probable	Rapide
14	Stockage en vrac (silos) de produits pulvérulents	Agression de la structure	Explosion du silo (référence n°13)	Ensevelissement de personnes	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	1 ¹	Probable	Rapide
15	Equipements de transferts vers les installations de stockage vrac (redler, élévateur, pulsé)	Mise en suspension de poussières - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Point chaud dans les matières premières Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide

¹ (au regard de la localisation des silos au sein du bâtiment et de leur capacité, un ensevelissement n'est pas de nature à engendrer un impact en dehors de l'établissement. Toutefois, il sera étudié pour analyser les incidences potentielles sur l'intervention)

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
Stockage des produits finis								
16	Stockage de produits finis pouvant présenter un caractère combustible (y compris les matières dangereuses) conditionnés	Départ de feu	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Effets dominos (zone de production, camions à quais,...) Agression naturelle externe	Incendie du bâtiment de stockage des produits finis (Effets thermiques)	Information non communicable [redacted] [redacted] [redacted] [redacted] [redacted] [redacted]	2 (Risque d'effets sortant)	Probable	Rapide
17				Incendie du bâtiment de stockage des produits finis (Effets toxiques – Emission de fumées)		2	Probable	Rapide
18		Production d'eau d'extinction	Incendie du bâtiment de stockage des matières premières (référence n°16)	Pollution du milieu naturel	Information non communicable [redacted] [redacted]	Non sortant	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
Fabrication de prémix								
19	Opérations de transferts des matières premières pulvérulentes combustibles– Engrainement	Mise en suspension de poussières - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
20	Opération de dosage– Dosage manuel	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
21	Opération de dosage– Dosage automatique (kse-bennes peseuses)	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
22		Présence de matières susceptibles d'être combustibles et présence d'une source d'ignition	Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement de dosage (Effets thermiques)	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
23	Opérations de mélange	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue)	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
24		Présence de matières susceptibles d'être combustibles et présence d'une source d'ignition	Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement de dosage (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
25	Ensachage	Présence de matières susceptibles d'être combustibles	Source d'ignition : Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement de dosage (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
26	Ensemble des opérations	Production d'eau d'extinction	Incendie d'un équipement de production (évènement 22, 24, 25)	Pollution du milieu naturel	Information non communicable [Redacted]	Non sortant	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
Fabrication des minéraux								
27	Opérations de transferts des matières premières pulvérulentes combustibles – Engrainement	Mise en suspension de poussières - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Charge électrostatique Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
28	Opération de préparation des matières premières - broyage	Mise en suspension de poussières - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Bourrage, Charge électrostatique Corps étrangers Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
29		Présence de produits pouvant revêtir un caractère combustible	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Bourrage, Corps étrangers Agression naturelle externe	Incendie du broyeur	Information non communicable ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
30	Opération de dosage – Dosage manuel	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable ██████████ ████████████████████ ████████████████████	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
31	Opération de dosage – Dosage automatique (bennes peseuses)	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
32		Présence de matières susceptibles d'être combustibles et présence d'une source d'ignition	Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement de dosage (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
33	Opérations de mélange	Mise en suspension de poussières susceptibles d'être des pulvérulents combustibles - et Présence d'une source d'ignition	Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud	Explosion d'un nuage de poussières (Effets de surpression)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
34		Présence de matières susceptibles d'être combustibles et présence d'une source d'ignition	Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement de dosage (Effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
35	Opérations de granulation – conditionneur/ presse/séchage	Présence de matières susceptibles d'être combustibles	Défaillance électrique Bourrage, corps étrangers Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement (effets thermiques)	Information non communicable [Redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
36	Opération de granulation - SHUGGI	Fuite de l'alimentation en combustibles gazeux	Choc sur canalisation d'alimentation du combustible, Défaillance de l'équipement (arrêt de la flamme) et présence d'une source d'ignition Agression naturelle externe	Feu torche (effets thermiques) – inflammation immédiate	Information non communicable [redacted]	2	Probable	Rapide
37				Explosion d'un nuage de gaz (effets de surpression) – inflammation retardée	[redacted]	2	Probable	Rapide
38	Opération de transformation en semoulette Doseuse et transfert	Présence de matières susceptibles d'être combustibles	Défaillance électrique Bourrage, corps étrangers Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement (effets thermiques)	Information non communicable [redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
39	Opération de transformation en semoulette Ajout de mélasse (mélange eau/mélasse)	Présence de matières susceptibles d'être combustibles	Défaillance électrique Bourrage, corps étrangers Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement (effets thermiques)	Information non communicable [redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
40	Opération de transformation en semoulette Ajout de mélasse (mélange eau/mélasse)	Fuite sur l'injection de matières liquides	Défaillance humaine (opérateur, etc.) Agression naturelle externe	Pollution du milieu	Information non communicable [redacted]	1	Probable	Rapide

¹ Ces équipements seront prochainement installés

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
41	Opération de transformation en semoulette Broyeur/centrifuge	Présence de matières susceptibles d'être combustibles	Défaillance électrique Bourrage, corps étrangers Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie de l'équipement (effets thermiques)	Information non communicable [redacted]	1 (Faible volume mis en jeu)	Probable	Rapide
42	Ensemble des opérations	Présence de produits combustibles (y compris les produits dangereux)	Incendie d'un équipement de production (évènement 29, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 41)	Emission de fumées générées par l'incendie d'un équipement (Effets toxiques)	Information non communicable [redacted]	1 (faibles quantités mises en jeu)	Probable	Rapide
40	Ensemble des opérations	Production d'eau d'extinction	Incendie d'un équipement de production (évènement 29, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 41)	Pollution du milieu naturel	Information non communicable [redacted]	Non sortant	Probable	Rapide
Utilités et activités annexes								
41	Charge des batteries	Dégagement et accumulation d'hydrogène lors de la charge (Création d'un nuage ATEX) et présence d'une source d'ignition	Accumulation d'hydrogène (défaut de ventilation), Défaillance électrique Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression externe	Explosion d'un nuage de gaz	Information non communicable [redacted]	1 (faibles quantités d'équipements en jeu – inférieur au seuil de classement, induisant de ce fait une faible quantité d'émissions possible à un instant t)	Probable	Rapide

N°	Produits ou équipements	Evènement redouté central	Evènements initiateurs	Phénomènes dangereux	Dispositifs de prévention et d'intervention	Intensité	Probabilité	Cinétique
42	Liquides inflammables présents dans l'atelier d'entretien	Présence de matières inflammables	Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Incendie	Information non communicable	1 (faible quantité mise en jeu au sein d'une armoire dédiée)	Probable	Rapide
43	Chaufferie	Fuite sur une canalisation et source d'ignition en intérieur	Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Feu torche (effets thermiques) – inflammation immédiate	Information non communicable	1	Probable	Rapide
				Explosion	Information non communicable	2	Probable	Rapide
44	Chaufferie / canalisation de gaz	Fuite sur une canalisation et source d'ignition en intérieur	Travail par point chaud Transmission d'un point chaud Défaillance humaine (flamme nue) Agression naturelle externe	Feu torche (effets thermiques) – inflammation immédiate	Information non communicable	2	Probable	Rapide
				Explosion	Information non communicable			
44	Cuves de propane	Incendie majeur non contrôlé	Incendie à proximité, Travaux par point chaud, fuite de canalisation	BLEVE	Information non communicable	1	Improbable	Lente

II.2. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX RETENUS

Les phénomènes ainsi retenus concernent :

- l'incendie de la zone de stockage des matières premières (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées),
- l'incendie de la zone de stockage des palettes implantée à proximité immédiate du bâtiment de stockage des matières premières (effets thermiques),
- l'explosion de silo de stockage des matières premières (effets de surpression) et l'effet d'un ensevelissement,
- l'incendie de la zone de stockage des produits finis conditionnés (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées),
- une explosion de gaz suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel en extérieur,
- une explosion de gaz naturel suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel au sein de la chaufferie,
- une explosion de gaz naturel suite à une fuite sur la canalisation de gaz naturel au droit du Shuggi.

Ces phénomènes font l'objet d'une évaluation quantitative de leurs effets dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V. EVALUATION QUANTITATIVE DES PHENOMENES DANGEREUX

I. METHODOLOGIE DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES PHENOMENES DANGEREUX

I.1. EFFETS THERMIQUES

I.1.1 SEUILS D'EFFETS

Les seuils d'effets retenus sont ceux définis dans l'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. Ils sont repris ci-dessous :

Seuils d'effets sur l'homme :

- **3 kW/m²** (pour une exposition continue) ou **600 [(kW/m²)^{4/3}.s]** (pour une exposition transitoire – exemple exposition à une boule de feu ou un feu de nuage) : Seuil des Effets Irréversibles (**SEI**) correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- **5 kW/m²** ou **1 000 [(kW/m²)^{4/3}.s]** : Seuil des Premiers Effets Létaux (**SpEL**) correspondant à la zone de dangers graves pour la vie humaine,
- **8 kW/m²** ou **1 800 [(kW/m²)^{4/3}.s]** : Seuil des Effets Létaux Significatifs (**SELS**) correspondant à la zone de dangers très graves pour la vie humaine.

Seuils d'effets sur les structures :

- 5 kW/m² : seuil des destructions significatives des vitres,
- 8 kW/m² : seuil des effets dominos et correspondant aux effets graves sur les structures,
- 16 kW/m² : seuil d'exposition prolongée des structures correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors béton,
- 20 kW/m² : seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton,
- 200 kW/m² : seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

I.1.2 METHODOLOGIE DE MODELISATION DES EFFETS

Les distances d'effets thermiques des phénomènes d'incendie ont été calculées par l'application de la méthode FLUMIlog définie dans le rapport d'étude « DRA-76 – Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs - Ω2 – Modélisation de feux industriels », publié par l'INERIS en mars 2014 (date de dernière version du rapport).

Cette méthode de calcul a été développée par le CNPP, le CTICM, l'INERIS, l'IRSN et Effectis France. Elle a été étayée par des résultats expérimentaux de référence et notamment des essais à moyenne échelle (100 m²) et un essai à grande échelle (850 m²).

Les différentes étapes de la méthode de calcul sont décrites dans le logigramme suivant.

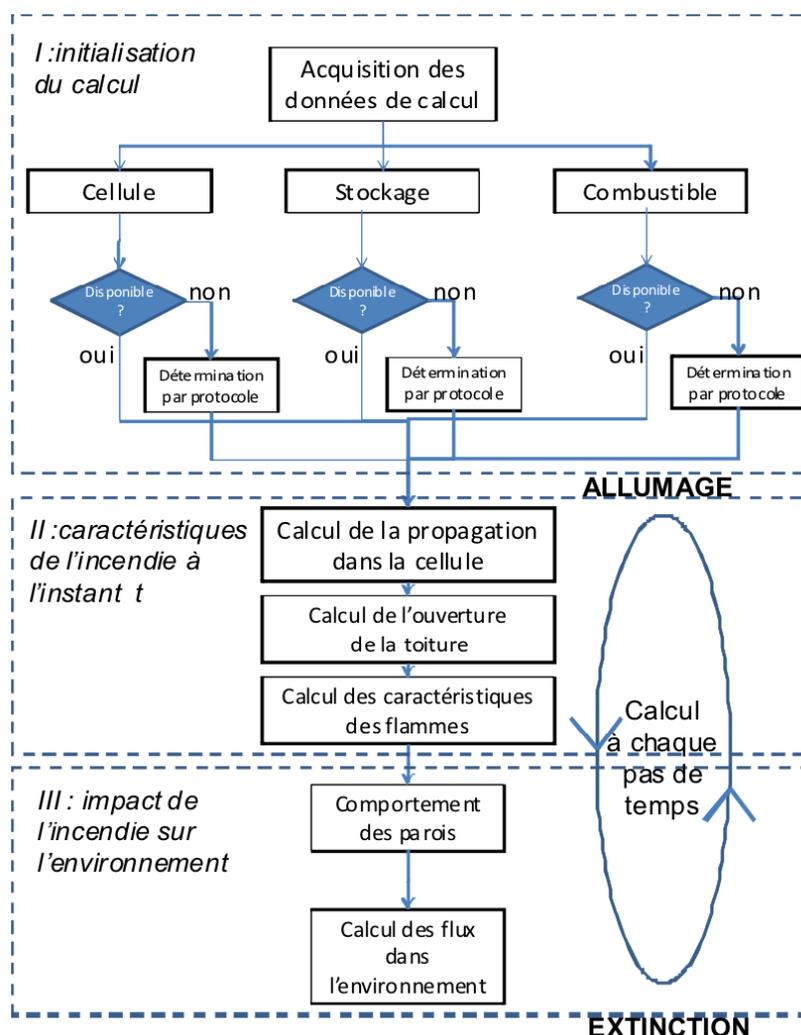


Figure 27 : étapes de la méthode FLUMIlog

La méthodologie complète de ce logiciel est disponible dans le rapport d'étude référence DRA-14-141478-03176A – Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA 76) - Ω2 Modélisations des feux industriels – Partie B : Feux industriels solides.

La version 5.5.0.0 de l'interface graphique et la version 5.5 de l'outil de calcul ont été utilisées (dernières versions disponibles à la date de rédaction du présent dossier).

I.2. EFFETS TOXIQUES

I.2.1 SEUILS D'EFFETS

Les seuils d'effets considérés pour les émissions toxiques correspondent aux seuils définis dans l'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, à savoir aux :

- dangers significatifs pour la vie humaine : Seuil des Effets Irréversibles (**SEI**),
- dangers graves pour la vie humaine (1 % de mortalité) : Seuil des Effets Létaux à 1 % (**SpEL**),
- dangers très graves pour la vie humaine : Seuil des Effets Létaux à 5 % (**SELS**).

Ces valeurs sont caractérisées suivant la durée d'exposition (par inhalation) ainsi que la nature du rejet (produits émis).

Lorsque plusieurs gaz sont émis, la toxicité du mélange est évaluée en considérant un seuil équivalent, sans prendre en compte des effets interactifs entre polluants. Cette toxicité équivalente est définie suivant la formule :

$$\text{Seuil}_{\text{eq}} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\text{Seuil}_i}} \quad \text{Avec } n : \text{nombre de composés}$$

Xi : fraction massique de polluant exprimée en pourcentage

I.2.2 MODELE DE CALCUL

Les modélisations de dispersion ont été confiées au bureau d'étude Technisim Consultants. Les méthodologies de modélisation sont présentées dans leur rapport annexé.

La méthode de modélisation des fumées toxiques repose sur les étapes de :

- définition des termes sources (composition en nature et en quantité des effluents émis : débit, vitesse d'émission, température, hauteur de rejet...),
- caractérisation de la composition des émissions atmosphériques,
- paramétrage des conditions météorologiques,
- modélisation avec le logiciel Phast.

I.3. EFFETS DE SURPRESSION

I.3.1 DESCRIPTION DU PHENOMENE

Extrait de l'étude de dangers du site datant de 2019

Une explosion est la transformation rapide d'un système s'accompagnant d'une libération brutale d'énergie se traduisant par une expansion de gaz. Elle est caractérisée par les effets suivants :

- un bruit intense ;
- un souffle (onde de pression) ;
- des destructions ;
- des projections de débris ;
- un rayonnement thermique.

Le déroulement d'une explosion, pour le cas des « enceintes », suit les 3 étapes suivantes :

- l'allumage : Pour déclencher une explosion, il est tout d'abord nécessaire d'avoir un échauffement des particules, soit par un point chaud en contact avec le nuage de poussières, soit par rayonnement à partir d'une source éloignée.
- la propagation : Ces particules en combustion (de 1 000 à 2 000°C) servent à leur tour de « source d'inflammation » pour les particules proches, de sorte que la flamme se propage de proche en proche.
- l'explosion : Dans le cas des explosions de poussière, si l'expansion thermique se réalise **dans une enceinte close**, la pression interne augmente. Lorsque le seuil de résistance mécanique est atteint, la structure éclate : c'est l'effondrement de la structure, conséquence grave des effets de surpression.

I.3.2 SEUILS D'EFFETS

Les seuils d'effets retenus sont ceux définis dans l'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. Ils sont repris ci-dessous :

Seuils d'effets sur l'homme :

- **20 hPa ou mbar** : Seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par les bris de vitre sur l'homme,
- **50 hPa ou mbar**, seuil 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,
- **200 hPa ou mbar**, seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Seuils d'effets sur les structures :

- **20 hPa ou mbar** : Seuil des destructions significatives de vitres,
- **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,

- **300 hPa ou mbar** : Seuil des dégâts très gaves sur les structures.

I.3.3 METHODOLOGIE DE MODELISATION DES EFFETS - SILOS

La méthodologie de calcul des effets de surpression générées par une explosion d'un silo repose sur la méthodologie figurée dans le « Guide de l'état de l'art des silos », version 3 publiée en 2008.

En premier temps, il est examiné le comportement des surfaces soufflables et des événements. L'objectif est de déterminer si ces surfaces permettent d'évacuer la surpression sans endommager structurellement les silos et le cas échéant la puissance réduite de l'explosion. Cette détermination repose sur les normes de dimensionnement des événements, à savoir la norme VDI 3673, la NFPA 68 ou la norme EN 14 491 selon le domaine de validité.

L'énergie de l'explosion est ensuite déterminée à partir de l'équation de Brode simplifiée :

$$E=3 * V * (P_{ex} - P_{atmosphérique})$$

Avec :

V : Volume de l'enceinte considérée,

$P_{ex} - P_{atmosphérique}$: Pression relative de l'explosion en Pa.

La pression relative d'explosion correspond :

- dans le cas d'une explosion primaire
 - o à la puissance réduite d'explosion dans le cas d'un silo correctement éventé,
 - o à 2 fois la pression de rupture de l'enceinte en l'absence d'évent suffisamment dimensionné.
- dans le cas d'une explosion secondaire : 5 bars au regard du retour d'expérience.

Les distances d'effets pour certains seuils de surpression sont ensuite obtenues via l'application de la méthode multi énergie, indice 10 :

Seuil de surpression (mbar)	Formule pour déterminer la distance au seuil d'effets – Indice 10 Distance par rapport au centre de l'explosion
20 mbar	$2 \times 0,11 E^{1/3}$
50 mbar	$0,11 E^{1/3}$
140 mbar	$0,05 E^{1/3}$
200 mbar	$0,032 E^{1/3}$
300 mbar	$0,028 E^{1/3}$

Suivant le point d'évacuation de la surpression, les distances seront ensuite réévaluées pour connaître les effets à hauteur d'homme comme l'illustre le schéma suivant :

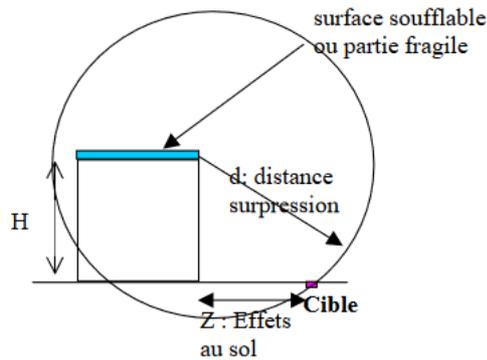


Figure 28 : Schéma représentant le calcul des distances perçus à hauteur d'homme selon le point d'évacuation de la surpression

I.4. EFFETS D'ENSEVELISSEMENT

L'explosion d'un silo peut être à l'origine d'un phénomène d'ensevelissement de tiers suite à la rupture totale de l'équipement de stockage. Dans ce cadre, le guide de l'état de l'art des silos publié par le ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire en 2008 définit une méthode de calcul simplifiée pour déterminer les ordres de grandeur de distances qui peuvent être envisagées. Pour cela les hypothèses suivantes sont considérées :

- une rupture entraînant des effets uniquement sur un plan monodirectionnel,
- des silos entièrement pleins,
- l'absence de dispersion de produits à l'issue de l'explosion,
- le principe de conservation des surfaces.

Le calcul de détermination des distances obtenus à partir de ces hypothèses est le suivant :

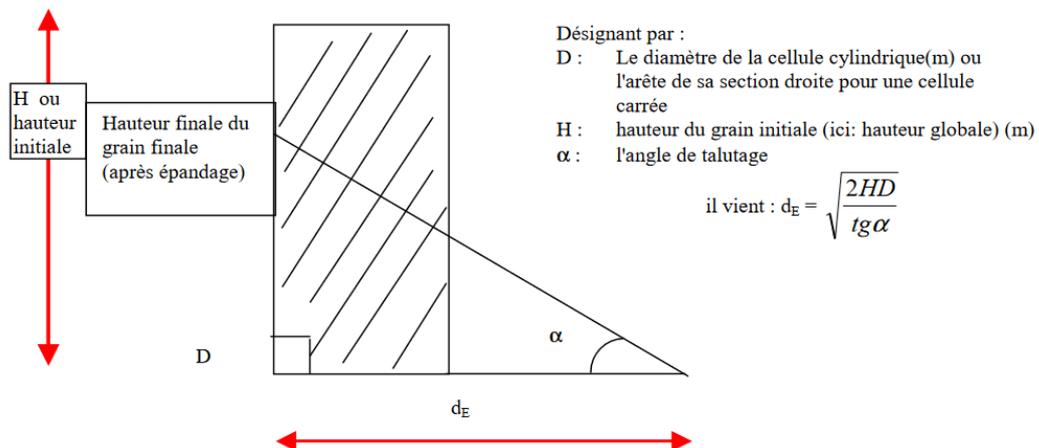


Figure 29 : Méthodologie de détermination des distances d'effets lié à un ensevelissement (extrait du guide silo)

L'angle de talutage correspond à un angle spécifique suivant la nature des produits entreposés.

I.4.1 METHODOLOGIE DE MODELISATION DES EFFETS –

Formule de Brode

La méthode de Brode permet d'évaluer l'énergie d'une explosion à partir de la formule suivante :

$$E_x = \Delta P \cdot V / (\gamma - 1)$$

avec :

E_x : énergie d'explosion (J)

V : volume du local (m^3)

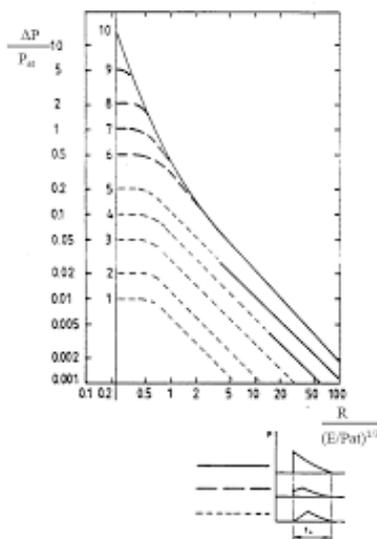
ΔP : pression de rupture ou d'explosion relative = $P_{ex} - P_a$ (Pa)

γ : rapport des capacités calorifiques du gaz (sans unité)

($\gamma = 1,3$ pour le méthane)

Suppression suivant l'abaque multi énergie 10

L'abaque multi énergie permet d'obtenir les distances d'effets d'une explosion suivant l'indice Multi-Energie retenue.



Cet abaque exprime les surpression engendrées par des déflagration à une vitesse de flamme constante de volumes explosibles hémisphériques posés au sol.

Pour l'indice 10, les valeurs sont les suivantes :

Suppression	Formule pour déterminer la distance au seuil d'effet recherché
20 mbar (seuil des effets indirects)	$d_{20} = 0,22 \times E^{(1/3)}$
50 mbar (seuil des effets irréversibles)	$d_{50} = 0,11 \times E^{(1/3)}$

140 mbar (seuil des premiers effets létaux)	$d_{140} = 0,05 \times E^{(1/3)}$
200 mbar (seuil des effets létaux significatifs)	$d_{200} = 0,032 \times E^{(1/3)}$
300 mbar	$d_{300} = 0,028 \times E^{(1/3)}$

Fuite et dispersion du gaz

Le calcul de fuite et de dispersion dans l'atmosphère est réalisé avec le logiciel Phast, version 8.71.

Ce logiciel est développé par la société DNV Software. Il repose sur un modèle de dispersion de type intégral. Il s'agit d'un logiciel fréquemment utilisé pour les modélisations des études de dangers. Il a notamment fait l'objet d'une étude¹ réalisée par l'INERIS permettant de justifier que les modèles mis en œuvre au sein du logiciel sont adaptés à la dispersion atmosphérique des gaz dans l'environnement.

Ce logiciel permet de considérer la diffusion de gaz lourds ainsi que des gaz légers dans un panache et de prendre en considération la dilution du panache dans sa phase passive.

Celui-ci intègre l'incidence du milieu environnant le rejet via la prise en compte d'une rugosité des sols mais également les incidences de plusieurs conditions météorologiques dans la diffusion du panache. Les principales conditions météorologiques analysées tiennent compte de la vitesse des vents et de la stabilité de l'atmosphère. Pour la suite de l'étude, les configurations météorologiques suivantes ont été retenues conformément à celles préconisées par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Conditions météorologiques	3A	3B	5B	5C	10 C	5 D	10 D	3 E	3 F
Stabilité (classe de Pasquill)	A	B	B	C	C	D	D	E	F
Vitesse du vent (m/s)	3	3	5	5	10	5	10	3	3
Température ambiante	20 °C	15 °C							
Humidité relative	70 %								

Tableau 3 : Conditions météorologiques retenues pour les dispersions atmosphériques

L'ensemble de ces conditions météorologiques est étudié en cas d'un rejet vertical, en altitude ou d'un rejet de gaz légers. En cas de rejet uniquement horizontal au niveau du sol, les classe 3F et 5D sont étudiées.

¹ Rapport de synthèse de l'évaluation des versions 6.0 et 6.1 de Phast, INERIS, novembre 2002

I.5. COTATION DE LA GRAVITE DES PHENOMENES SORTANTS

En cas de phénomènes sortants, une estimation de la gravité du phénomène dangereux est réalisée. Elle s'appuie sur :

- les règles de comptage des personnes impactées définies dans la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers (fiche n°1 : éléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers),
- l'échelle de cotation définie dans l'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. Celle-ci est rappelée ci-dessous.

niveau de gravité des conséquences	zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	zone délimitée par le seuil des effets létaux	zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux.	Plus de 10 personnes exposées (1).	Plus de 100 personnes exposées.	Plus de 1 000 personnes exposées.
Catastrophique.	Moins de 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes.	Entre 100 et 1 000 personnes exposées.
Important.	Au plus 1 personne exposée.	Entre 1 et 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes exposées.
Sérieux.	Aucune personne exposée.	Au plus 1 personne exposée.	Moins de 10 personnes exposées.
Modéré.	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irré-versibles inférieure à une personne .

(1) Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

Figure 30 : Echelle de cotation de la gravité des phénomènes dangereux sortants issue de l'arrêté du 29 septembre 2005

II. EVALUATION DES EFFETS THERMIQUES

Pour rappel, à l'issue de l'APR, quatre phénomènes ont été retenus afin d'étudier leurs effets :

- l'incendie de la zone de stockage des matières premières (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées),
- l'incendie de la zone de stockage des palettes implantée à proximité immédiate du bâtiment de stockage des matières premières (effets thermiques),
- l'explosion de silo de stockage des matières premières (effets de surpression) et l'effet d'un ensevelissement,
- l'incendie de la zone de stockage des produits finis conditionnés (effets thermiques et toxiques liés aux émissions de fumées).

Le présent point s'appuie à déterminer les distances d'effets thermiques générés par un incendie afin d'en déterminer les conséquences potentielles à l'extérieur du site et d'identifier les incidences induites sur le site (risque de propagation...).

Au regard des scénarios identifiés à l'issue de l'APR, 3 zones ont été considérées par la suite pour l'évaluation des effets thermiques :

- un incendie de la zone de stockage des matières premières,
- un incendie de la zone de stockage des palettes localisée à proximité du bâtiment de matières premières
- un incendie de la zone de stockage de produits finis.

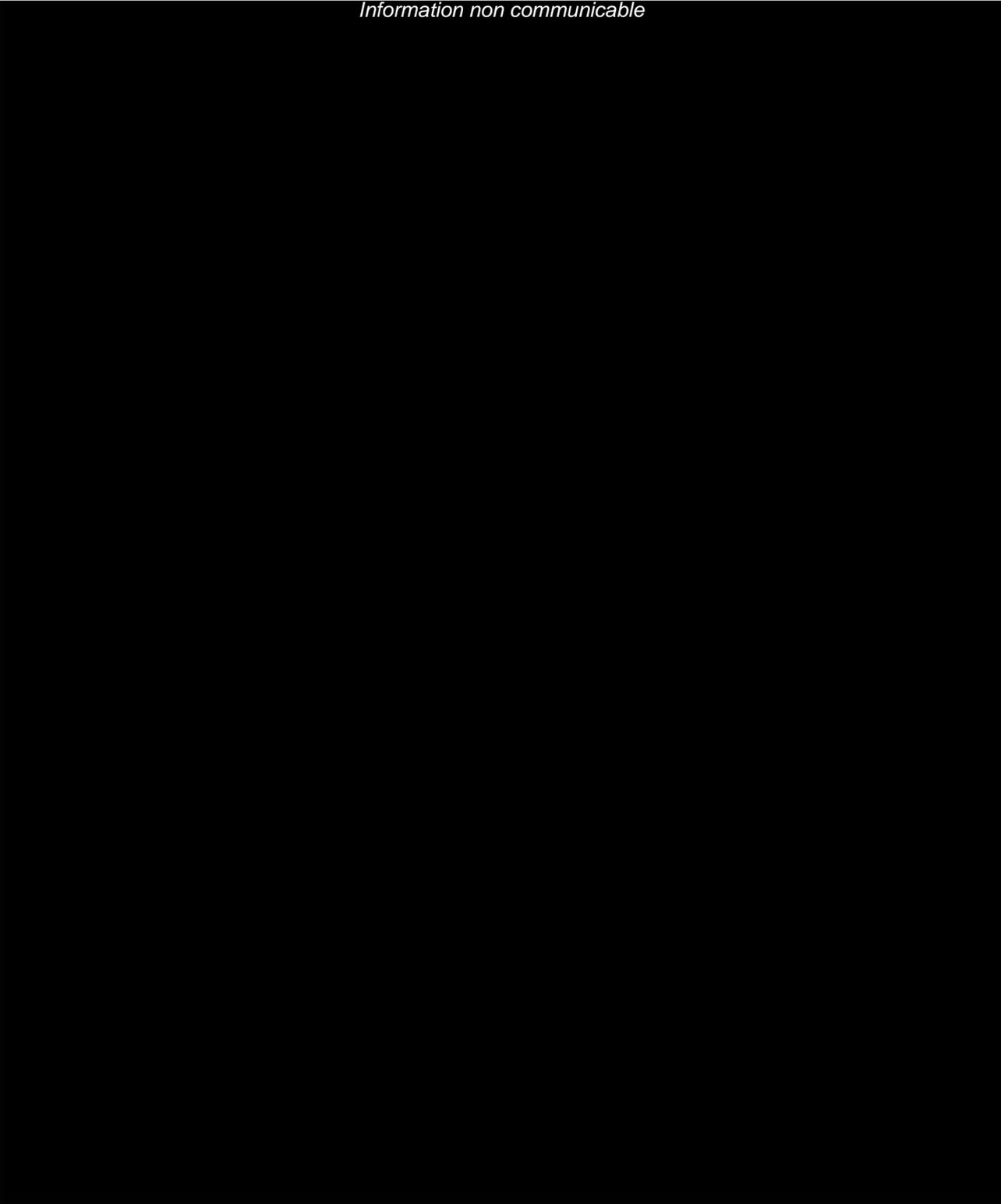
II.1. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DES MATIERES PREMIERES

II.1.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les principales hypothèses de modélisations sont présentées dans les tableaux ci-après. L'ensemble des hypothèses est disponible dans les rapports FLUMIlog annexés à la présente pièce.

Annexe 6 : Rapports FLUMIlog

Information non communicable



La société SERMIX est adhérente à l'AFCA CIAL (Association des Fabricants de Compléments et fournisseurs d'Additifs et ingrédients fonctionnels pour l'Alimentation Animale). L'association a fait réaliser des essais de combustibilité sur les différents prémix. Les essais réalisés par l'INERIS ont montré que les prémix qui présentaient un pourcentage de matière organique important sont considérés comme combustibles. Toutefois, leurs puissances de combustion est bien inférieure à celle d'une palette type 1510 (1525 kW), comme l'illustre les résultats de combustion suivant :

Chaleur de combustion (MJ/kg)	1,7
Durée de combustion (min)	27
Puissance (kW)	1 000

Figure 31 : Caractéristiques thermiques d'un prémix (issu du rapport de combustibilité des prémix)

Le rapport de combustibilité est annexé à la présente étude.

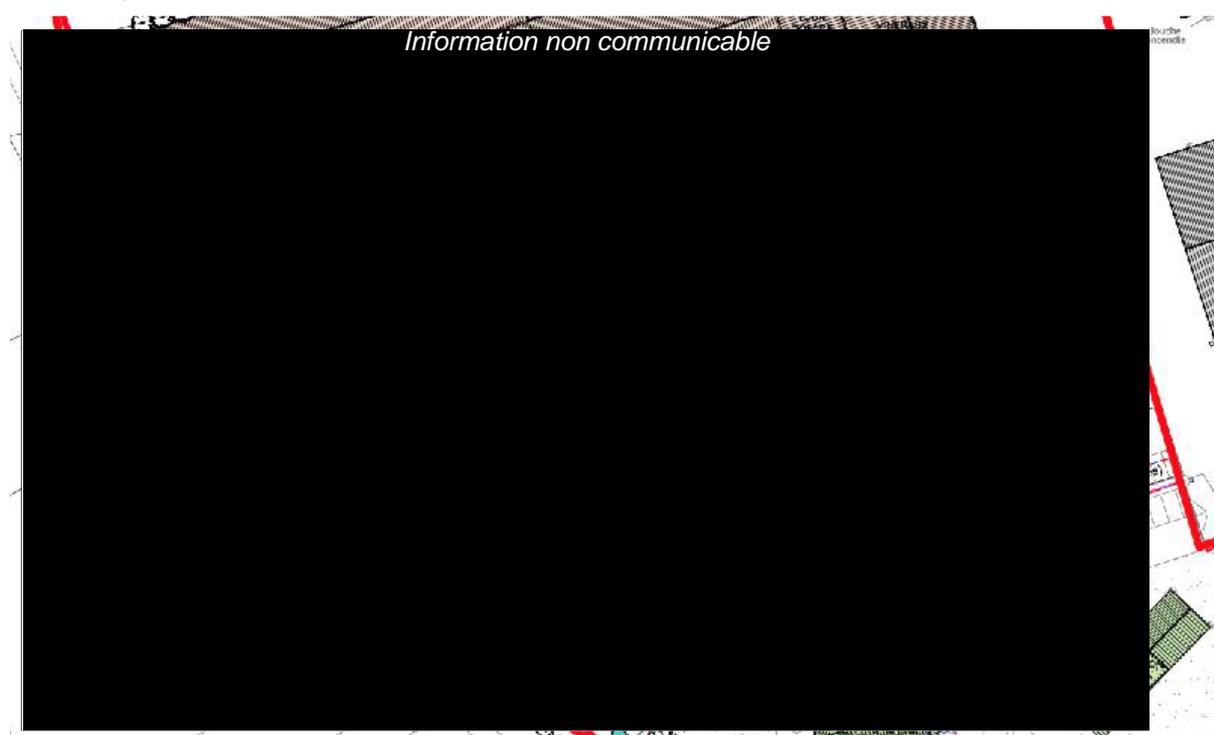
Annexe 7 : Rapport de combustibilité des prémix

II.1.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les distances maximales atteintes par les flux thermiques responsables des effets irréversibles et létaux sont présentées dans le tableau suivant.

Façades	Distance maximale des effets			Distance de la façade à la limite de propriété	Effets irréversibles		Effets létaux (SpEL)		Effets létaux (SELS)		Gravité du scénario
	3 kW/m ² (SEI)	5 kW/m ² (SpEL)	8 kW/m ² (SELS)		Sortant / non sortant Cibles	Gravité associée	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	
Sud	<i>Information non communicable</i>			33 m	Non sortant		Non sortant (NS)	-	NS	-	-
Est				43 m	Non sortant	-					
Ouest				33 m	Non sortant	-					
Nord				130 m							

La cartographie de ces effets est disponible ci-dessous.



Il est important de noter que le logiciel FLUMIlog ne permet pas de positionner la localisation des portes de quais. Ainsi, les flux apparaissant en façade Est sont liés à la présence de portes de quais. Ces portes ne sont pas localisées au niveau de l'atelier.

Il peut être constaté qu'aucun effet irréversible ou létal ne serait susceptible d'être perceptible en dehors de l'établissement. Par conséquent, cet évènement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

Analyse des effets dominos :

Il ressort de la modélisation d'incendie que les flux de 8 kW/m², correspondant aux effets dominos, n'impacteraient d'autres zones de stockage et notamment n'impacteraient pas la zone de stockage de palettes implantée en façade Ouest du bâtiment.

De plus, conformément à la note publiée sur FLUMIlog, la propagation d'un incendie de palettes expérimentale doit être étudiée ou non dans les cas suivants :

- si $P \leq P_{1511}$ et CC (charge calorifique) $\leq CC_{1511}$: il convient de ne pas considérer le scénario de propagation à partir de cette cellule ;
- si $P_{1511} < P \leq P_{1510}$ et $CC_{1511} < CC \leq CC_{1510}$: il convient de ne pas considérer le scénario de propagation à partir de cette cellule sous les réserves mentionnées pour les stockages de produits 1510 ;
- Si $P_{1510} < P$ et $CC_{1510} < CC$: il convient de modéliser la propagation de l'incendie, si la durée de feu calculée par Flumilog est supérieure à la durée de tenue théorique des parois séparatives.

A titre d'informations, les caractéristiques des palettes type 1510 et 1511 sont les suivantes pour des palettes de 1,2 x 0,8 x 1,5 m.

	Palettes type 1511	Palettes type 1510
Puissance	1300 kW	1525 kW
Charge calorifique	3510 MJ	4117 MJ

Dans le cas présent, la puissance de la palette est de 1000 kW et sa charge calorifique est de 1620 MJ. Nous sommes donc dans la configuration du 1^{er} tiret à savoir : **il convient de ne pas considérer le scénario de propagation.**

II.2. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DE PALETTES BOIS

II.2.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

A l'instar du scénario précédent, les principales hypothèses sont reprises dans le tableau ci-dessous et l'ensemble des hypothèses est disponible dans le rapport FLUMillog annexé (référence Note_de_calcul_airepaletteh4).

Information non communicable



* Bien qu'un auvent soit présent, pour la modélisation, il a été considéré un stockage à l'air libre. En effet, le stockage ne disposant pas de paroi extérieure (stockage ouvert) la considération d'un stockage couvert aurait minoré les distances d'effets compte tenu de la prise en compte par le logiciel FLUMillog de parois résiduelles protectrices dans le cas d'une cellule de stockage.

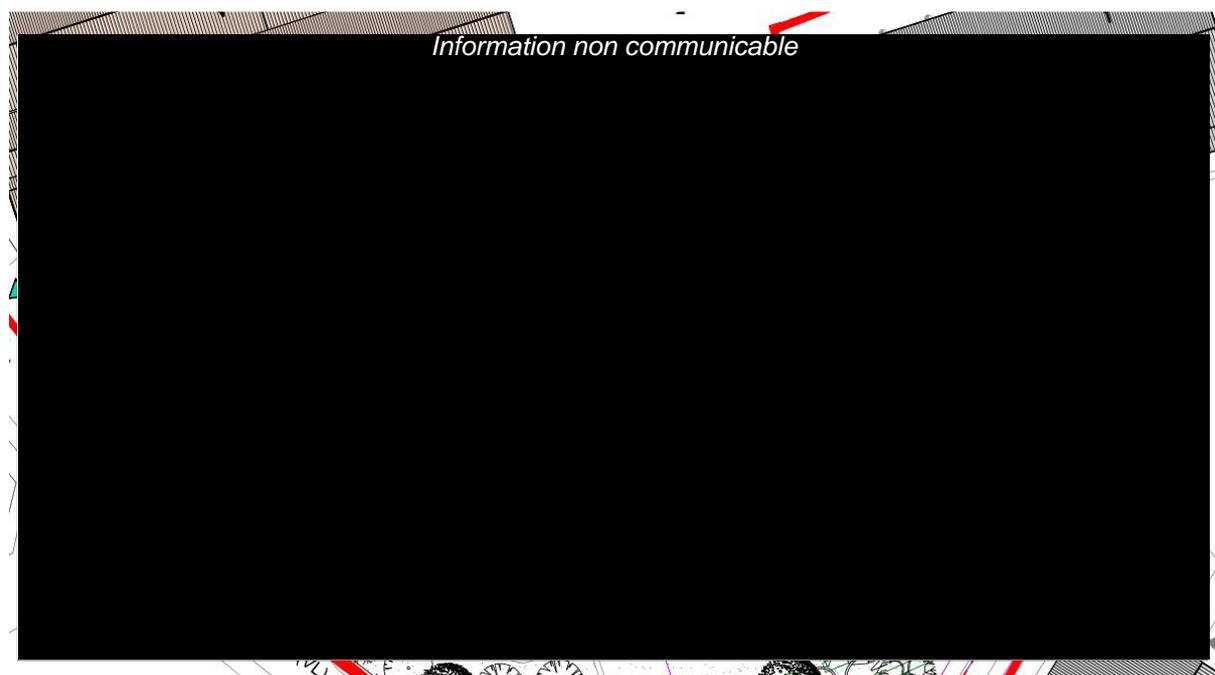
De plus, un merlon a été positionné afin de considérer la présence de la paroi REI120 du bâtiment de stockage des matières premières.

II.2.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les distances maximales atteintes par les flux thermiques responsables des effets irréversibles et létaux sont présentées dans le tableau suivant.

Façades	Distance maximale des effets			Distance de la façade à la limite de propriété	Effets irréversibles		Effets létaux (SpEL)		Effets létaux (SELS)		Gravité du scénario
	3 kW/m ² (SEI)	5 kW/m ² (SpEL)	8 kW/m ² (SELS)		Sortant / non sortant Cibles	Gravité associée	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	
Sud	<i>Information non communicable</i>			33 m	Non sortant	-	Non sortant (NS)	-	NS	-	-
Est				-							
Ouest				33 m							
Nord				-							

La cartographie de ces effets est disponible ci-dessous.



Il peut être constaté qu'aucun effet irréversible ou léthal ne serait susceptible d'être perceptible en dehors de l'établissement. Par conséquent, cet évènement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

Analyse des effets dominos :

Il ressort de la modélisation d'incendie que les flux de 8 kW/m², correspondant aux effets dominos, n'impacteraient pas d'autres zones de stockage. On précisera que ces flux longent le local de charge (dénommé stockage annexe sur le plan ci-avant) sans pour autant l'impacter. De plus, des bouteilles de gaz étaient précédemment présentes dans la zone, elles ont été déplacées.

De plus, suivant la méthodologie explicitée pour le scénario ci-avant, l'incendie généralisé au bâtiment de stockage de matières premières ne serait pas à analyser compte tenu de la puissance de la palette de 1337,1 kW, de la capacité calorifique de 2 246 MJ et de la durée d'incendie de 40 minutes mentionnée dans le rapport FLUMIlog. On précisera que cette durée est inférieure à la durée de tenue au feu de la porte donnant sur l'extérieur du bâtiment de stockage des matières premières.

Par conséquent, la propagation d'un incendie démarré au niveau de l'aire de stockage des palettes et se propageant au bâtiment de stockage des matières premières n'est pas envisagée.

II.3. INCENDIE DE LA ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS FINIS

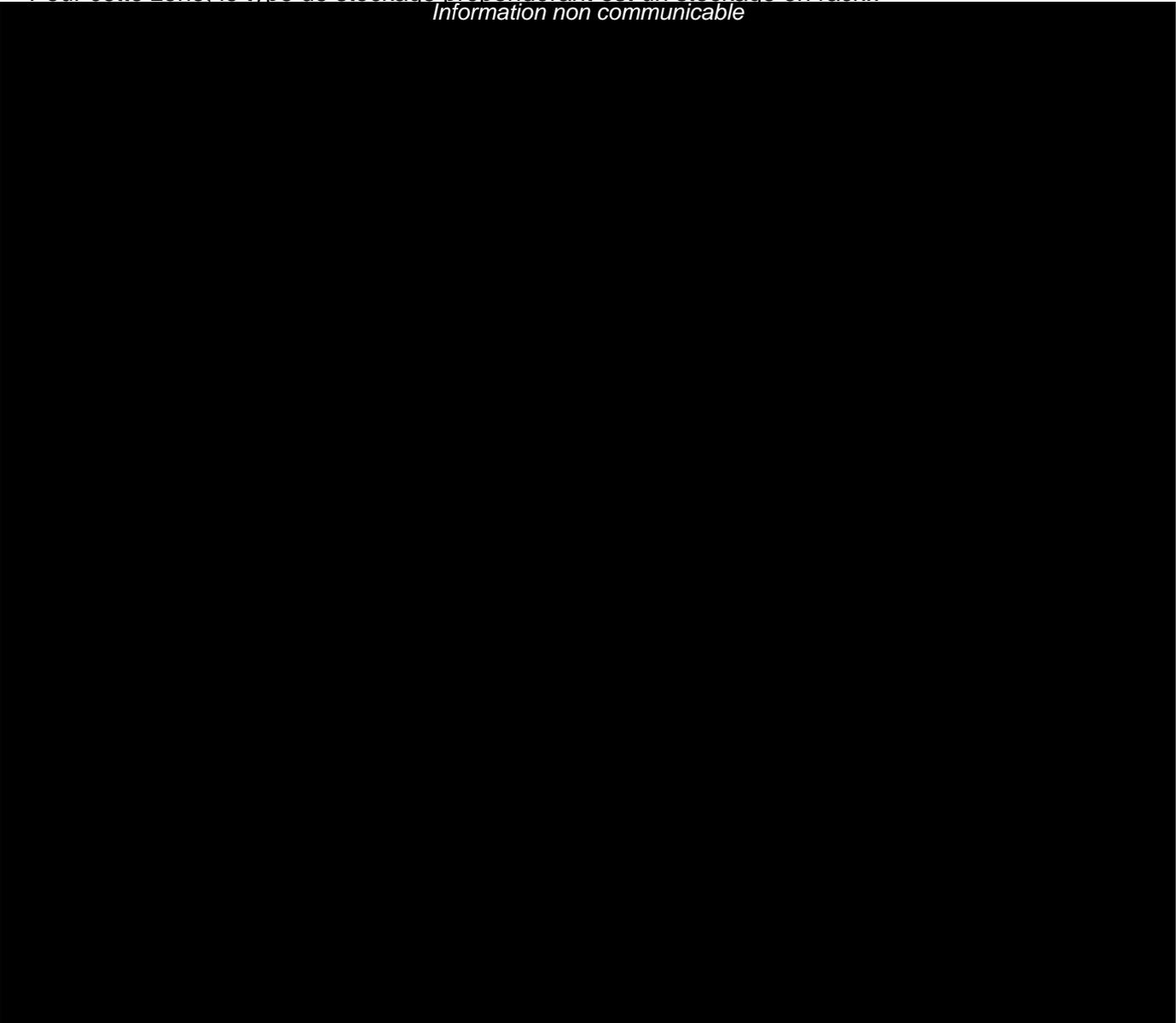
II.3.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les principales hypothèses de modélisations sont présentées dans les tableaux ci-après. L'ensemble des hypothèses est disponible dans les rapports FLUMIlog annexés à la présente pièce. (référence *Note_de_calcul_pfpremix3*)

Le logiciel FLUMIlog ne permettant pas de modéliser la configuration réelle du bâtiment, la zone de stockage a été découpé en 3 zones de modélisation séparée par une paroi REI1 (1 minutes de résistance au feu) et le bâtiment a été assimilé à des rectangles (sans troncature en partie Ouest).

Précisons également que cette zone de stockage dispose ponctuellement de rack, néanmoins le logiciel ne peut pas considérer ce double type de stockage. Par conséquent, la configuration majoritaire a été considérée, à l'exception de la zone à l'Est (zone 3 dans le tableau ci-contre). Pour cette zone, le type de stockage prépondérant est un stockage en rack.

Information non communicable



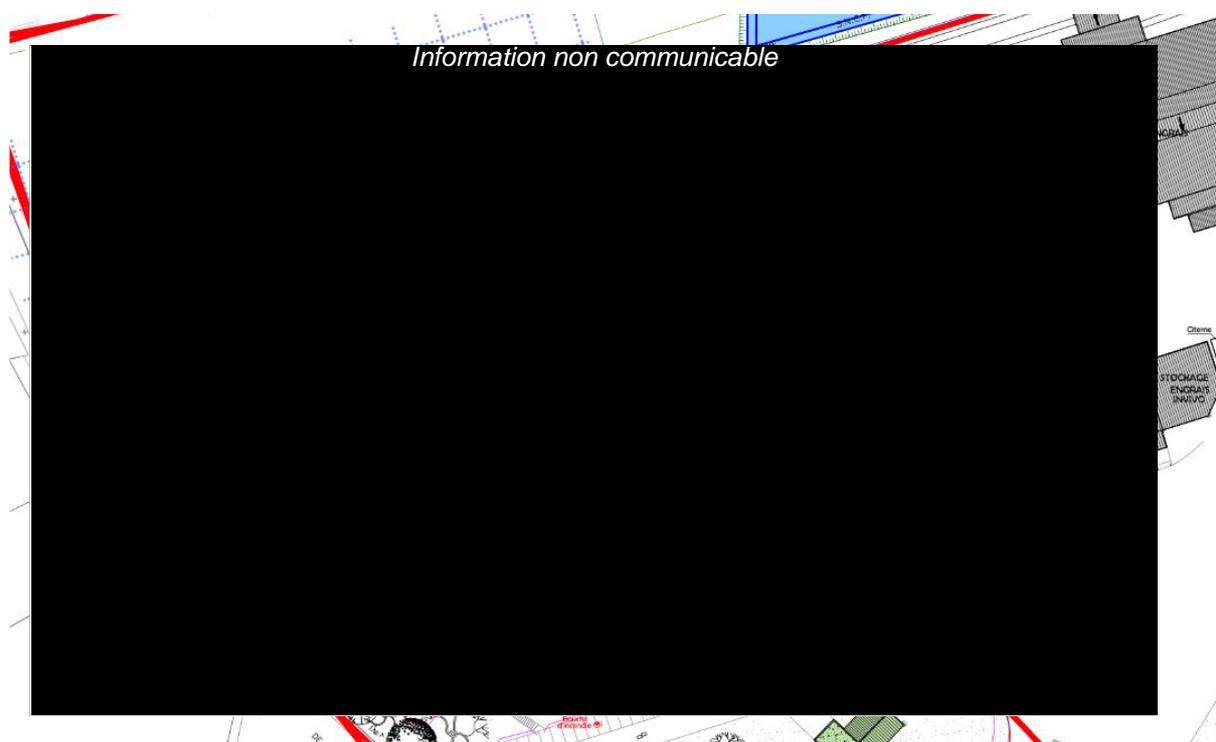
* la longueur des racks varie de 22 à 29 m (seul un rack simple dispose d'une longueur de 29 m). Pour cette modélisation, il a été retenue la longueur la plus longue (configuration aboutissant à des distance d'effets thermiques la plus pénalisante).

II.3.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les distances maximales atteintes par les flux thermiques responsables des effets irréversibles et létaux sont présentées dans le tableau suivant.

Façades	Distance maximale des effets			Distance de la façade à la limite de propriété	Effets irréversibles		Effets létaux (SpEL)		Effets létaux (SELS)		Gravité du scénario
	3 kW/m ² (SEI)	5 kW/m ² (SpEL)	8 kW/m ² (SELS)		Sortant / non sortant Cibles	Gravité associée	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	Sortant / non sortant Cibles	Gravité	
Sud	<i>Information non communicable</i>			5 m (dans l'angle)	Non sortant		Non sortant (NS)	-	NS	-	
Est				63 m	Non sortant	-					
Ouest				5 m	Non sortant	-					
Nord				58 m							

La cartographie de ces effets est disponible ci-dessous. Il est précisé que compte tenu de la troncature du bâtiment sur la façade Ouest, la représentation cartographique proposée ci-après intègre un assemblage en vue d'obtenir une seule cartographie des effets (afin que les effets suivent la paroi du bâtiment).



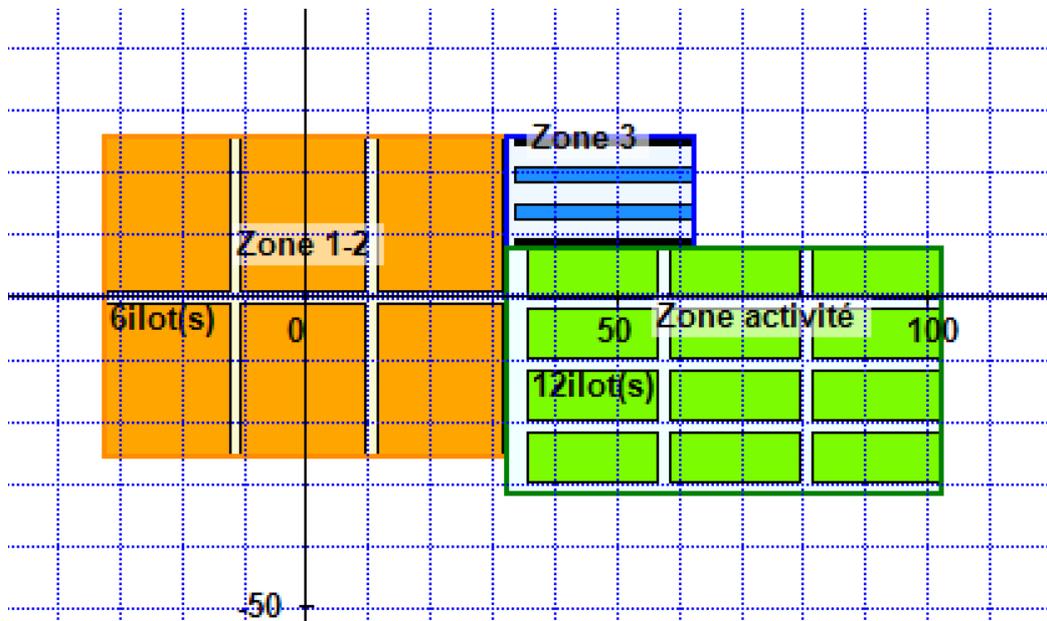
Il peut être constaté qu'aucun effet irréversible ou léthal ne serait susceptible d'être perceptible en dehors de l'établissement. Par conséquent, cet événement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

Analyse des effets dominos :

Il ressort de la modélisation d'incendie que les flux de 8 kW/m², correspondant aux effets dominos, impacteraient une partie de l'usine de fabrication. Cette zone n'est pas destinée au stockage et correspond à une zone d'activités. Il s'agit d'une zone de conditionnement, quelques matières combustibles peuvent être présentes (en cours). Dans des conditions pénalisantes, bien qu'il n'y ait pas de stockage de matières combustibles et que les prémix soient peu combustibles, une propagation d'un incendie au reste du bâtiment est étudiée par la suite.

Incendie généralisé

Pour cette modélisation, le logiciel FLUMillog ne permettant pas de prendre en compte 4 cellules, la zone 1 et 2 ont dû être fusionnées en intégrant une partie de la zone d'activité. La zone 3 du scénario précédent a pu être conservée. Enfin la dernière zone correspondant à la plus grande partie du bâtiment de production a été considérée avec les hypothèses mentionnées dans le tableau suivant. L'articulation des zones est la suivante :



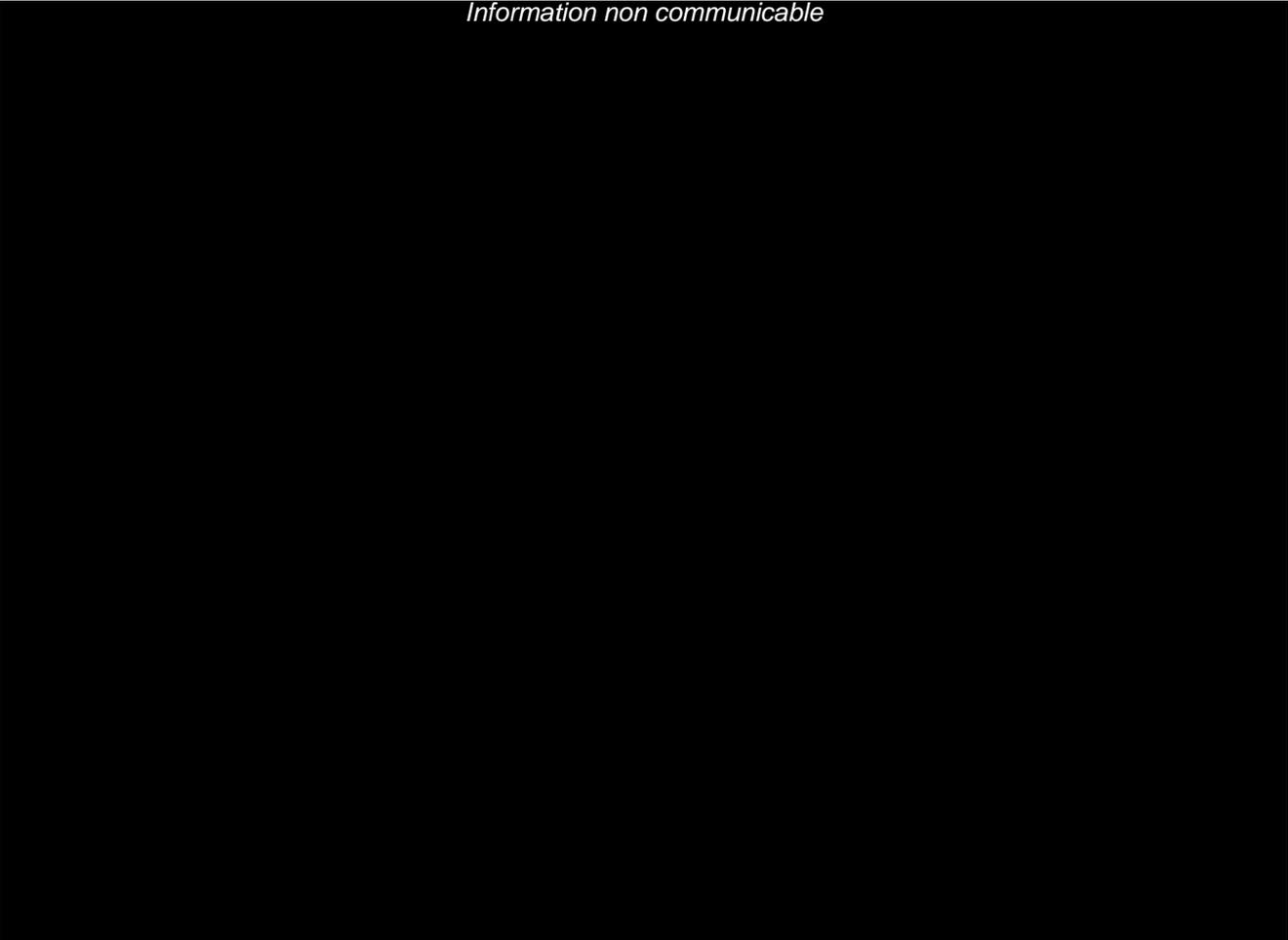
Cette partie de bâtiment d'activité ne dispose pas de hauteur de bâtiment similaire. Le logiciel FLUMillog ne permettant pas d'avoir une diversité de hauteur, une hauteur commune a été retenue.

De plus, cette partie de bâtiment correspond à la partie activité. Bien qu'il ne s'agisse de stockage permanent, cette zone a été **assimilée à des zones de stockage de façon pénalisante**. Ainsi, environ 6 050 m³ de produits combustibles ont été pris en compte dans cette zone d'activités. Dans ce volume n'est pas considéré le volume qui a été englobée à la zone 1-2.

De plus, bien qu'il s'agisse de produits plus ou moins combustibles (prémix en cours de fabrication), pour cette zone d'activité, la nature des produits présents a été assimilée à des palettes type 1510.

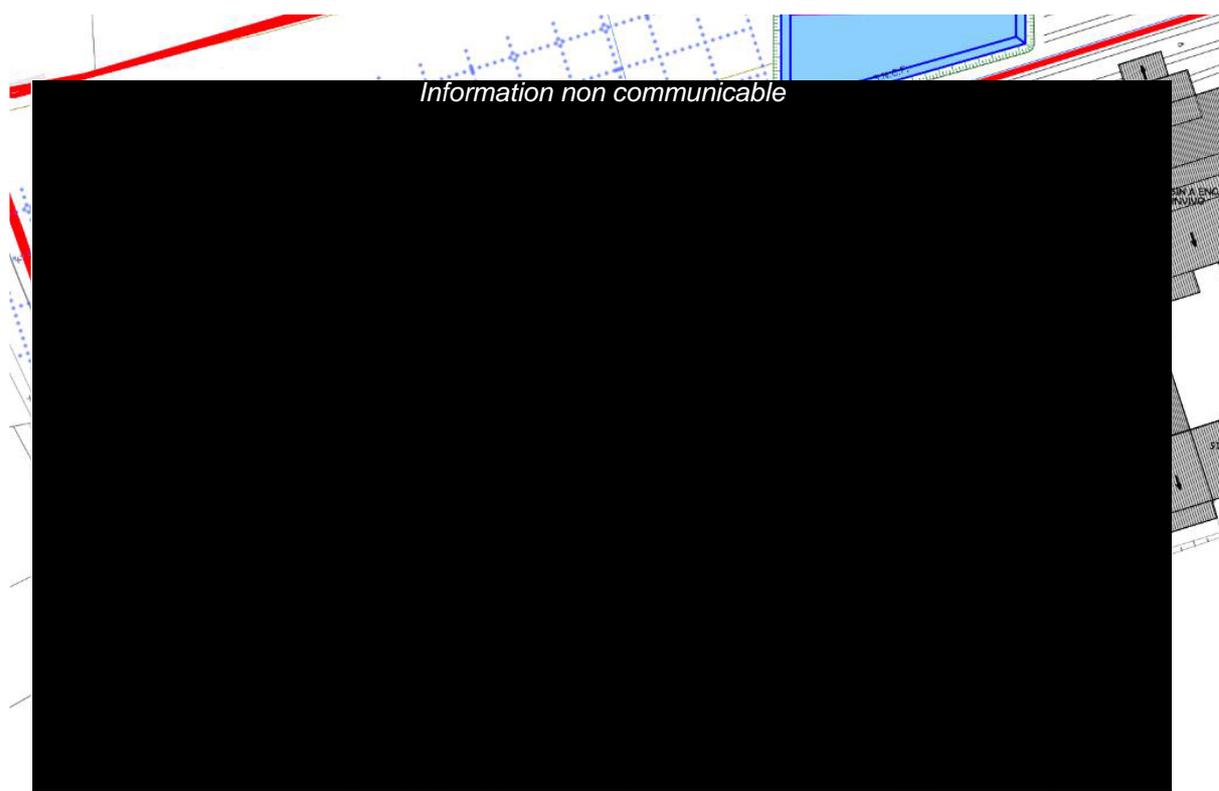
Information non communicable

Information non communicable



L'ensemble des hypothèses de modélisation est disponible dans le rapport FLUMIlog référencé *Note_de_calcul_pfpremixg3*.

Les résultats cartographiques de ce scénario sont présentés ci-après :



Il peut être constaté que les effets sont similaires au scénario d'incendie du bâtiment de stockage des produits finis. En effet, aucun effet irréversible ou létal ne serait susceptible d'être perceptible en dehors de l'établissement. Par conséquent, cet évènement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

III. EVALUATION DES EFFETS TOXIQUES

III.1. MODELISATION DES EFFETS

Les modélisations de dispersion de fumées ont été réalisées par le bureau d'étude Technisim. Le rapport de modélisation est présenté en annexe.

Annexe 8 : Rapport de modélisation des émissions toxiques, Technisim, octobre 2022

Deux scénarios ont été étudiés :

- une émission de fumées d'un incendie du bâtiment de stockage des matières premières,
- une émission de fumées d'un incendie du bâtiment de stockage des produits finis.

Il convient de préciser que l'incendie généralisé modélisé dans la section précédente suppose la présence de matières combustibles en quantités bien supérieures à celles qui seraient normalement stockées dans ce bâtiment. Si ces caractéristiques devaient être considérées dans les modélisations de fumées incendie, cela entraînerait une augmentation significative de la puissance thermique générée par l'incendie et, par conséquent, une élévation de la hauteur de rejet des gaz brûlés, favorisant ainsi leur dispersion dans l'environnement. De plus, la proportion de gaz toxiques serait vraisemblablement réduite, car les produits brûlés dans cette zone d'activités et de production ne se limiteraient pas aux premix. En effet, d'autres matières organiques se consumeraient également, générant principalement du monoxyde de carbone (CO) et du dioxyde de carbone (CO₂). Cette composition de fumées modifierait les seuils d'effets équivalents, augmentant les seuils d'effets équivalents. Il ne s'agirait donc pas de la situation la plus défavorable par rapport à celle d'une émission de fumées de la zone uniquement destinée au stockage des produits finis.

Caractéristiques des fumées

La caractérisation des fumées générées par l'incendie des zones de stockage a été établie à partir des produits combustibles stockés sur site en moyenne sur l'année.

Par rapport aux produits considérés, il a été considéré de façon majorante une quantité supplémentaire de 10% d'atomes de soufre, de chlore et de fluor de façon à tenir compte des répartitions diverses des stocks toute l'année.

L'ensemble des hypothèses est précisé dans le rapport annexé.

Résultats de modélisation

Compte tenu de l'environnement, plusieurs hauteurs de cibles ont été retenues pour les modélisations :

- 1,8 m : hauteur d'homme,
- 10 m : hauteur intermédiaire,
- 28 m : hauteur retenue pour les bâtiments de production du secteur d'études.

Il ressort du rapport de modélisation que :

- il n'est attendu aucune atteinte de seuils de toxicité à des cibles localisées à 1,8 m et 10 m en dehors des limites de propriété dans les deux cas d'incendie (incendie du bâtiment de stockage des matières premières, et l'incendie du stockage des produits finis)

- seuls les effets irréversibles seraient perceptibles en dehors des limites de l'établissement à une altitude d'a minima 28 m. Dans les zones impactées aucune infrastructure n'est présente.
- les incendies ne seraient pas susceptibles d'impacter la visibilité aux abords de l'établissement.

Bien qu'aucune personne ne soit impactée à hauteur de cible, les scénarios associés au phénomène dangereux d'émission de fumées toxiques font l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

III.2. LISTE DE DECOMPOSITION DES PRODUITS

L'arrêté ministériel du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement prévoit l'établissement d'une liste de décomposition susceptibles d'être émis en cas d'incendie. Cette liste doit être établie lors de l'élaboration, lors de la révision ou la mise à jour de l'étude de dangers et lorsque l'étude est soumise au réexamen visé à l'article R515-98 du Code de l'Environnement. C'est dans ce premier cas que s'inscrit la présente élaboration de la liste de décomposition des produits.

La hiérarchisation des produits de décomposition susceptibles d'être libérés par un incendie suivant leur quantité et leur toxicité, y compris environnementale proposée par la suite repose sur une démarche qualitative. Elle permet de répondre aux objectifs visés et suit la continuité des guides professionnels établis et approuvés par le Ministère (le principe d'évaluation qualitative est déployé dans le guide professionnel à l'usage des industriels de la chimie et du pétrole sur les produits de décomposition émis par un incendie – DT126 – juin 2023).

En première approche, les grandes familles de produits considérées sont celles définies dans le guide professionnel relatif aux produits de décomposition dans le stockage et la logistique. En effet, le secteur de la logistique est amené à recevoir une diversité de marchandises qui peut évoluer dans le temps. Ainsi, dans une approche conservatoire pour couvrir des risques potentiels rencontrés, le guide suscité propose de retenir de manière systématique les substances et familles de substances suivantes :

- Dioxyde de carbone (CO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Oxydes d'azote (NO_x),
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP),
- Dioxine, furanes et PCB,
- Particules (suies)
- Composés organiques volatils (COV) et notamment les BTX et le formaldéhyde,
- Halogénés : cyanure d'hydrogène (HCN), Bromure d'hydrogène (HBr), Fluorure d'hydrogène (HF), chlorure d'hydrogène (HCl),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Métaux,
- Amiante.

Pour autant dans le cas où la diversité de produits est limitée, ce guide préconise de restreindre ces familles aux polluants susceptibles d'être émis au regard du guide de l'INERIS : Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie - Ω 16.

Ce guide détaille les grands principes de formation des polluants émis par les fumées d'incendie et met à disposition une base de données de facteur d'émission suivant plusieurs natures de produits. Le tableau de synthèse de cette base de données est présenté ci-dessous afin d'apprécier les ordres de grandeur des facteurs d'émission pour une pluralité de produits.

Famille de produit	CO2 (g/kg)	CO (g/kg)	Nox (g/kg)	HCN (g/kg)	HF (g/kg)	HBr (g/kg)	HCl (g/kg)	SO2 (g/kg)	Suie (g/g)	Métaux (mg/kg)	COVt (g/kg)	Formaldéhyde (g/kg)	HAP (mg/kg)	PCDD/DF (ng/iteq/kg)	PBDD/DF (ng/iteq/kg)	PCB (ng/kg)
Plastiques - PVC seul	C	C	E	E	E	E	B	E	B	0	B	0	C	B	0	E
Plastiques PMMA	B	D	D	E	E	E	E	E	C	0	E	0	E	E	E	E
Plastiques -PS seul	B	C	E	E	E	E	E	E	B	0	B	0	D	D	E	E
Plastiques - PE seul	B	C	D	E	E	E	E	E	C	0	B	0	C	D	E	E
Plastiques - PU seul	B	C	D	D	E	E	E	E	C	0	B	0	D	D	E	E
Cables électriques	C	B	C	C	E	C	C	D	C	0	B	B	C	B	C	B
Produits électroménagers D3E	B	C	D	D	E	E	D	D	D	D	B	C	E	B	B	C
Produits phytosanitaires	C	C	D	E	D	E	C	C	E	0	E	0	E	A	E	C
Carburant, type Kérosène	B	C	E	E	E	E	E	C	E	0	C	E	E	E	E	E
Pneumatique	B	C	E	E	E	E	E	C	C	A	B	C	B	E	0	E
Bois brute	B	C	D	0	0	0	0	0	E	0	C	0	0	E	0	E
Bois traités	0	C	E	0	0	0	D	0	0	0	B	0	E	E	0	E
Déchets verts	0	C	D	0	0	0	D	0	C	0	C	0	D	E	0	0
Véhicules auto	B	C	D	E	E	E	D	D	E	0	B	C	E	C	A	D
Vêtements	B	C	D	E	E	E	E	E	E	0	B	0	E	E	E	E
Gasoil	B	C	D	E	E	E	E	E	E	0	B	C	C	E	E	E
Produit pétrolier - huile	B	C	D	E	E	E	E	D	C	0	C	0	E	D	0	0
Produit pétrolier - white spirit	B	C	E	E	E	E	E	E	C	0	C	0	C	0	0	0
Divers meubles	C	C	0	D	0	E	E	D	0	0	C	0	B	D	C	0
Papier	B	D	E	E	E	E	E	0	0	0	E	0	E	E	0	E
Caoutchouc	B	B	D	E	E	E	E	C	0	0	B	0	E	D	0	0
Graine (végétaux)	B	D	E	E	E	E	E	E	0	0	E	0	E	E	0	E
Lib (NMC)	C	C	E	E	D	E	E	E	D	A	C	0	D	0	0	0
Déchets informatiques	B	C	D	D	E	C	D	E	C	0	B	0	D	D	0	0

Échelle	Ordre de grandeurs des facteurs d'émissions															
	CO2 (g/kg)	CO (g/kg)	Nox (g/kg)	HCN (g/kg)	HF (g/kg)	HBr (g/kg)	HCl (g/kg)	SO2 (g/kg)	Suie (g/g)	Métaux (mg/kg)	COVt (g/kg)	Formaldéhyde (g/kg)	HAP (mg/kg)	PCDD/DF (ng/iteq/kg)	PBDD/DF (ng/iteq/kg)	PCB (ng/kg)
A	>5000	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>0,5	>50	>50	>50	>5000	>10000	>500	>500
B	1000 <X< 5000	100 <X< 500	0,1 <X<0,5	10 <X< 50	10 <X< 50	10 <X< 50	1000 <X< 5000	1000 <X< 10000	100 <X< 500	100 <X< 500						
C	100 <X< 1000	10 <X< 100	0,01 <X< 0,1	1 <X< 10	1 <X< 10	1 <X< 10	100 <X< 1000	100 <X< 1000	10 <X< 100	10 <X< 100						
D	10 <X< 100	1 <X< 10	0,001 <X< 0,01	0,1 <X< 1	0,1 <X< 1	0,1 <X< 1	10 <X< 100	10 <X< 100	1 <X< 10	1 <X< 10						
E	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,001	<0,1	<0,1	<0,1	<10	<10	<1	<1
Abs de données de FE																

Dans le cas de l'établissement Sermix, la nature des produits entreposés sur le site ne varie pas de manière significative. Il s'agit de matières premières et produits finis destinés à être utilisés à des fins de compléments nutritionnels pour l'alimentation animale. Ainsi, même si les formulations des produits finis peuvent évoluer dans le temps, il n'en reste pas moins que les matières substituées ont des formulations chimiques plus ou moins équivalentes.

Lors de la réalisation des essais de combustibilité de plusieurs prémix, des mesures des polluants ont également été réalisées lors de la combustion de ces prémix. Bien que la fraction minérale et organique des prémix varie, les facteurs d'émissions pour chaque polluant répertoriés sont globalement similaires comme il peut être constaté sur l'extrait ci-dessous.

Polluant	Taux d'émission en mg/g échantillon					
	Flumilog	FPA				
	premix 1	premix 1	premix 2	premix 5	premix 6	premix 7
CO ₂	123.0	565.7	501.7	415.6	339.1	204.0
CO	8.0	10.7	11.9	11.2	10.0	9.3
suies	-	0.3	0.3	0.2	0.5	0.5
SO ₂	0,7	7.4	3.7	4.4	1.7	1.9
HCl	0,2	1.4	1.4	1.6	0.8	0.6
NO	0,2	2.2	1.7	1.5	2.3	0.8

On notera tout de même que suivant les conditions de combustion (FLUMIlog et FPA), les facteurs d'émission évoluent. Cela est dû à l'efficacité plus importante avec les conditions de mesures FPA. Bien que les conditions réelles d'un incendie sur le site se rapprocheraient des résultats des essais FLUMIlog d'après cette étude de l'INERIS, il a été retenu de manière conservatoire les ordres de grandeur des facteurs d'émission des essais FPA.

Ainsi, suivant les échelles de grandeurs des facteurs d'émissions du rapport OMEGA 16 de l'INERIS, les classes retenues par la suite sont les suivantes :

	CO ₂	CO	Suies	SO ₂	HCl	NO	HCN
Classe d'émission retenue	C	C	D	D	D	D	D

En ce qui concerne le polluant d'acide cyanhydrique, bien qu'il n'est pas été constaté dans les essais et que le guide de l'INERIS ne considère pas sa formation dans la décomposition thermique de l'azote, le HCN a tout de même été assimilé à une classe d'émission similaire à celle du NO, principal polluant de décomposition de l'azote. Cette approche est très conservatrice.

Famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

D'après le guide de l'INERIS suscité, le principal précurseur de la formation des HAP est l'acétylène qui est une molécule formée en quantité importante dans les zones riches de la combustion. Les réactions en série de l'acétylène et les recombinaisons génèrent des cycles (aromatiques) d'éléments carbonés (hydrocarbures) qui se recombinent (polycycliques). Ces mécanismes s'opèrent dès la présence de composés organiques dans les éléments de combustion.

Les matières organiques sont limitées sur le site et sont essentiellement représentées par des matières végétales qui présentent une faible combustibilité comme l'illustrent les essais réalisés sur les prémix. Comme il peut être constaté dans les données des facteurs d'émissions des

végétaux disponibles dans le rapport de l'INERIS OMEGA 16, le facteur d'émissions des HAP pour cette typologie est faible (classé E sur une échelle de A à E). Sur cette base, la même classe d'émission sera retenue par la suite pour la production de HAP par la combustion des premix.

Famille des halogénés :

Dans le cadre de la présente étude de dangers, une analyse exhaustive des marchandises présentes sur le site et leur constitution chimique vis-à-vis de certains atomes (azote, brome, fluor, chlore, soufre, phosphore, etc.) a été réalisée. Il en est ressorti l'établissement d'une molécule type composée d'atomes de carbone, hydrogène, oxygène, chlore, azote, soufre et phosphore. Ainsi, les atomes de brome disposant de facteurs d'émission ci-dessus n'ont pas été recensés dans cette molécule type. Par conséquent, ils ne sont pas susceptibles d'être dégagés lors d'un incendie. De plus, concernant les émissions de Fluor, les émissions recensées sont en très faibles proportions (facteur de 1000 par rapport au Chlore). Ainsi, le fluorure d'hydrogène sera retenu par la suite mais sur une classe d'émission E.

Famille des dioxines et furane

Les dioxines et les furanes sont des cycles aromatiques dans lesquels plusieurs atomes halogénés viennent se greffer. Suivant les atomes greffés, leur nom diffère : PCDD/DF pour les atomes greffés chlorés et PBDD/DF pour les atomes greffés bromés.

Dans le cas de l'établissement Sermix, les formulations ne mettent pas en évidence d'atomes bromés. Les PBD/DF ne seront donc pas présents en cas d'incendie.

Concernant les PCB et PCDD/DF, leur formation nécessite une quantité suffisante d'atomes chlorés. Ce point peut notamment être illustré par le cas du PVC qui présente un facteur d'émission classé B pour le PCDD/DF compte tenu de la formule chimique du monomère (C_2H_3Cl) (un atome de Chlore disponible pour seulement deux atomes de carbone).

Outre cet aspect formulation chimique (nécessité d'atomes chlorés en quantité significative), les mécanismes de formation des PCB et PCDD/DF sont complexes et sont favorisés par certaines conditions tels que des températures comprises entre 250 °C et 400 °C avec un optimal à 300 °C et des milieux appauvris en oxygène.

L'ensemble de ces conditions ne seront pas remplis. Pour autant, de manière conservatoire et en comparaison aux facteurs d'émissions de la base de données de l'INERIS (classe moyenne de E), un facteur d'émission D sera retenu pour la suite pour ces paramètres.

Métaux

Les compléments nutritionnels pour animaux peuvent être constitués de métaux tel que du zinc, du manganèse, etc.. Lors des essais de combustibilité des premix, une attention particulière a été portée aux comportements de ces métaux dans les émissions de fumées. Il en est ressorti qu'une grande partie de ces matières reste contenue dans les résidus de la combustion. Ainsi, l'impact toxique sur l'environnement des métaux lourds issus de ces fumées a été estimé du même ordre de grandeur que ceux associés à l'incendie de bois naturel utilisé dans les chaudières. Néanmoins, au regard du facteur d'émission mesuré (de l'ordre de 20 mg/kg) et de la classe d'émissions attribuée à cette valeur dans l'OMEGA 16 de l'INERIS, une classe B sera attribuée par la suite pour cette famille de polluants.

Composés organiques volatils (COV) dont le formaldéhyde.

En l'absence de données d'émissions pour ce paramètre au sein de l'étude de combustibilité des premix, l'approche prise sera similaire à celle appliquée pour les HAP, à savoir une classe d'émissions basées sur celle des végétaux, à savoir une classe E.

Amiante.

Les bâtiments abritant les matières susceptibles de générer un incendie n'étant pas constitués de fibrociment, il n'est pas attendu d'amiante dans les produits de décomposition.

Le tableau suivant permet de synthétiser le classement de la liste des produits de décomposition susceptibles d'être émis en cas d'incendie.

Famille de produit	CO2 (g/kg)	CO (g/kg)	Nox (g/kg)	HCN (g/kg)	HCl (g/kg)	HF (g/kg)	SO2 (g/kg)	Suie (g/g)	Métaux (mg/kg)	COVt (g/kg)	Formalhd éhyde (g/kg)	HAP (mg/kg)	PCDD/DF (ng/iteq/kg)	PCB (ng/kg)
PREMIX	C	C	D	D	D	E	D	D	B	E	E	E	D	D

Échelle	Ordre de grandeurs des facteurs d'émissions													
	CO2 (g/kg)	CO (g/kg)	Nox (g/kg)	HCN (g/kg)	HCl (g/kg)	HCl (g/kg)	SO2 (g/kg)	Suie (g/g)	Métaux (mg/kg)	COVt (g/kg)	Formalhd éhyde (g/kg)	HAP (mg/kg)	PCDD/DF (ng/iteq/kg)	PCB (ng/kg)
A	>5000	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>0,5	>50	>50	>50	>5000	>10000	>500
B	1000 <X< 5000	100 <X< 500	0,1 <X<0,5	10 <X< 50	10 <X< 50	10 <X< 50	1000 <X< 5000	1000 <X< 10000	100 <X< 500					
C	100 <X< 1000	10 <X< 100	0,01<x< 0,1	1 <X< 10	1 <X< 10	1 <X< 10	100 <X< 1000	100 <X< 1000	10 <X< 100					
D	10<X<100	1<X<10	1<X<10	1<X<10	1<X<10	1<X<10	1<X<10	0,001<x< 0,01	0,1<X<1	0,1<X<1	0,1<X<1	10<X<100	10<X<100	1<X<10
E	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,001	<0,1	<0,1	<0,1	<10	<10	<1
Abs de données de FE														

IV. EVALUATION DES EFFETS DE SURPRESSION

Pour rappel, à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques, des phénomènes d'explosion de silos ont été retenus afin d'étudier leurs effets.

Le présent point s'appuie à déterminer les distances d'effets de surpression générés par une explosion de silo afin d'en déterminer les conséquences potentielles à l'extérieur du site et d'identifier les incidences induites sur le site.

Parmi les silos présents sur le site, certains sont et seront susceptibles de contenir des produits combustibles. La préaffectation des silos est disponibles en annexe. Sur ces documents, les produits pour lesquelles des caractères combustibles ont été identifiés apparaissent en jaune. Les silos non visés par la rubrique 2160 sont également identifiés dans cette annexe à des fins de compréhension des plans.

Annexe 9 : Préaffectation des silos

Le plan d'implantation des principaux silos est reporté en annexe (annexe non largement diffusable).

Annexe 10 : Plan d'implantation des principaux silos (non largement diffusable)

Pour les modélisations réalisées par la suite, les capacités de stockage des plus grands silos et cellules de dosage ont été considérées (capacité engendrant un volume d'explosion le plus conséquent et donc une énergie la plus conséquente-cf méthodologie). Ainsi, 6 volumes ont été considérés : 40, 45, 60, 70, 80 et 85 m³.

Les dimensions et les plans de ces silos figurent en annexe.

Annexe 11 : Plans des silos d'envergure

Parmi les produits combustibles susceptibles d'être présents dans ces silos, les caractéristiques principales de poussières de ces produits combustibles sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Produits	Kst (bar.m.s ⁻¹)	Pmax (bars)
Remoulage ½ BL 34	Non disponible (assimilé à de la farine de blé) 139	Non disponible (assimilé à de la farine de blé) 9
Lysine	140	7
DL – Methionine	264	8,3
Uree	- (non explosif -BDD CARATEX)	- (non explosif -BDD CARATEX)

Tableau 4 : Principales caractéristiques des produits pulvérulent vrac (issues du DRPCE Sermix et base CARATEX)

Pour les silos de 70 m³, 80 m³ et 85 m³, au regard des produits susceptibles d'être présents, la farine de blé a été retenue (cf. Annexe 9), il s'agit du produit présentant les caractéristiques

de Pmax et Kst les plus pénalisants par rapport aux matières susceptibles d’être entreposés dans ces silos. Ainsi, les valeurs retenues pour les silos de 70, 80 et 85 m³ :

- Pmax : 9 bars
- Kst : 139 bar.m.s⁻¹.

Pour ce qui est des silos de plus faibles capacités (40, 45, 60 m³), elles sont susceptibles d’entreposer d’autres types de matières dont la Méthionine qui présente les caractéristiques intrinsèques les plus pénalisantes. Ainsi, les valeurs retenues pour les silos de 40, 45, 60 m³ sont les suivantes :

- Pmax : 8,3 bars
- Kst : 264 bar.m.s⁻¹.

IV.1. EXPLOSION D’UN SILO DE 85 M³

IV.1.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Ce silo de 85 m³ correspond aux silos S13 et S14. Il s’agit de silos palplanche. Le plan justifiant des caractéristiques dimensionnelles de ces silos sont disponibles en Annexe 11.

Les données de résistance des silos n’étant plus disponibles, de nouvelles études ont été entreprises. Celles-ci sont disponibles en annexe.

Annexe 12 : Caractéristiques de résistances des silos

L’étude disponible au sein de cette annexe permet de déduire qu’au regard de la dimension du silo, des événements en place et des produits entreposés, la pression réduite d’explosion sera de **Informatio**

IV.1.2 RESULTATS DE MODELISATION

Compte tenu de la pression réduite d’explosion obtenue à partir de l’étude de la résistance de ces silos et des formules mentionnées dans la méthodologie (I.3.3), les distances d’effets de surpression obtenues suite à l’explosion d’un silo de 85 m³ sont présentées dans le tableau suivant.

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau des événements (en partie haute du silo)	Information non communicable			Information non communicable	
Distance des effets au sol	Information non communicable			Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble des silos S13 et S14, même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes.

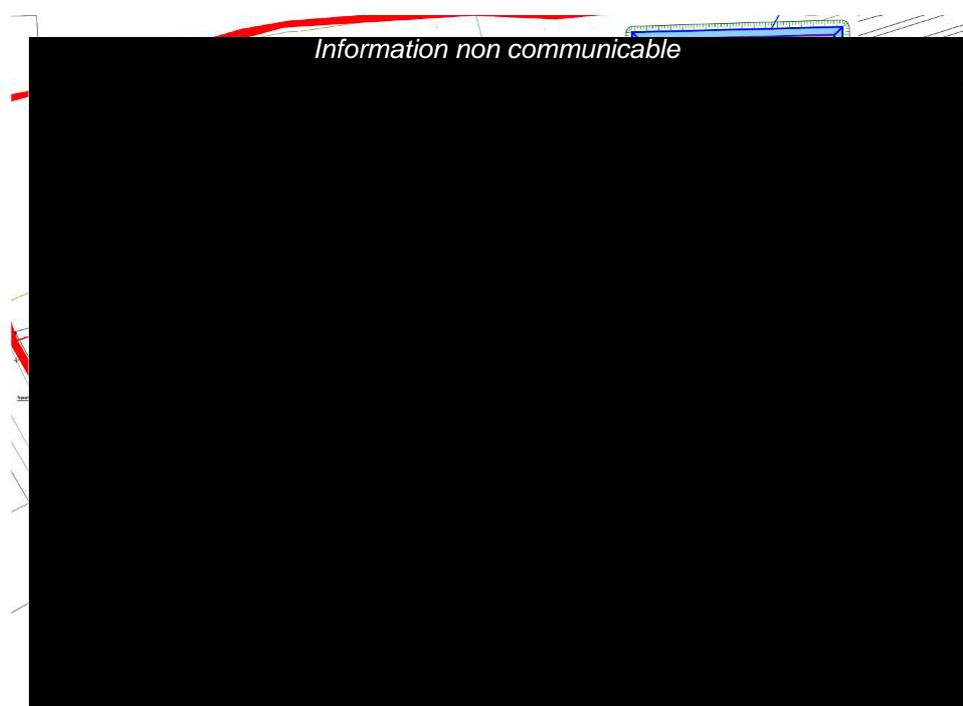


Figure 32 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 85 m³)

Il ressort qu'aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Par conséquent, cet événement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

IV.1.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre équivalent	Informati

Hauteur du silo	Inform
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 15 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.1. EXPLOSION D'UN SILO DE 80 M³

IV.1.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos de 80 m³ correspondent aux silos S03 à S12. Il s'agit de silos palplanches. Le plan justifiant des caractéristiques dimensionnelles de ces silos sont disponibles en Annexe 11.

Les données de résistance des silos n'étant plus disponibles, de nouvelles études ont été entreprises. Celles-ci sont disponibles en Annexe 12. Deux rapports sont en lien avec les silos palplanche de 80 m³ : l'étude relative au silo S03 et celle relative au silo S12. En effet, bien que la géométrie des silos S03 à S12 soit similaire, le silo S03 dispose d'événements de plus faibles dimensions.

Compte tenu de la surface plus faibles des événements du silos S03, la pression réduite d'explosion pour ce silo est de **Information**. Pour le silo S12, la pression réduite d'explosion est de **Information**. Ces chiffres sont issues de l'analyse de résistance des silos (Annexe 12).

Pour la suite, la pression réduite d'explosion la plus pénalisante (pression la plus forte) sera retenue pour déterminer les distances d'effets d'une explosion d'un silo de 80 m³.

IV.1.2 RESULTATS DE MODELISATION

Compte tenu de la pression réduite d'explosion retenue (**Information**) à partir de l'étude de la résistance de ces silos et des formules mentionnées dans la méthodologie (I.3.3), les distances d'effets de surpression obtenues suite à l'explosion d'un silo de 85 m³ sont présentées dans le tableau suivant.

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau des événements (en partie haute du silo)	<i>Information non communicable</i>				
Distance des effets au sol	<i>Information non communicable</i>			Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble les silos S03 et S12. même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes.



Figure 33 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 80 m³)

Il ressort qu'aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Par conséquent, cet évènement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

IV.1.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre Efficient	Informati
Hauteur du silo	Inform
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 15 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.2. EXPLOSION D'UN SILO DE 70 M³

IV.2.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos de 70 m³ correspondent aux silos CD123 à CD128. Le plan justifiant des caractéristiques dimensionnelles de ces silos sont disponibles en Annexe 11. Il s'agit de silos présentant un ratio Hauteur / largeur important.

Les données de résistance des silos n'étant plus disponibles, de nouvelles études ont été entreprises. Celles-ci sont disponibles en Annexe 12. Un rapport est en lien avec les silos CD125. Ce silo est représentatif des silos CD123 à CD128.

Pour ce silo, des modélisations ont été réalisées afin de déterminer la pression à partir de laquelle une divergence était observée entre la variation du déplacement en un point donné par rapport au précédent et à la variation de l'effet en un point donné par rapport au précédent (avec une augmentation itérative de la pression appliquée à l'intérieur de l'enceinte). Cette divergence correspond au moment où la rupture du matériau se produit. Pour la détermination de cette pression, il n'a pas été considéré l'usure du métal par le temps qui réduirait la pression de rupture. Un coefficient de sécurité de 1,25 a également été appliqué à l'issue de l'obtention de la pression de rupture. Pour ce type de silo, les résultats de modélisation font état d'une pression de rupture de la capacité de **Information**. Ces modélisations mettent également en évidence qu'en cas de surpression, la rupture serait générée essentiellement au niveau du toit du silo et au centre du silo. On précisera que cette valeur de pression de rupture intègre de nombreux paramètres conservatoires (absence de piquage, coefficient de sécurité complémentaire de 1,25, etc.). Ces valeurs retenues sont ainsi élevées par rapport aux valeurs de pression de rupture des silos. A titre d'illustration, le guide silos établit les valeurs de pression de rupture bien plus faibles pour les silos métalliques :

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique) Prupture
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique ou en fibrociment	15 à 100 mbar
Tour de manutention en palplanches (tôles résistantes, type profils Omega)	300 à 1000 mbar
Cellules en béton : parois	150 à 1000 mbar
Cellules en béton : toits	100 à 400 mbar
Cellule métalliques : parois	300 à 1000 mbar
Cellules métalliques : toits	100 à 200 mbar
Galerias sur-cellules en béton	100 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparente (fixations crochets)	10 mbar
Polycarbonate avec des fixations crochets	10 mbar
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 à 100 mbar

Figure 34 : Ordre de grandeur des pression de ruptures des silos suivants leur matériaux (extrait guide silos)

Néanmoins, c'est la valeur conservatoire de **Information** qui a été retenue par la suite.

Conformément au guide silos, lorsque le volume est non éventé ou insuffisamment, la pression relative de l'explosion est égale à 2 x la pression statique de rupture de l'enceinte.

IV.2.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les résultats de distances d'effets présentés ci-après prennent en compte la valeur de pression de rupture de **Information**. On rappellera que cette pression intègre un coefficient de sécurité de 1,25.

De plus, au regard des résultats de simulation, il ressort que la surpression s'évacuerait à partir du toit du silo et du centre de celui-ci (zones les plus sensibles où a lieu la rupture). De façon conservatoire, les distances présentées ci-après considèrent une rupture au centre de la hauteur du silos.

Les distances d'effets de surpression ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau de la surface d'évacuation de la surpression : toit des silos	Information non communicable			Information non communicable	
Distance des effets au sol				Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble des silos Cd123 à CD128 même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes.



Figure 35 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 70 m³)

Il ressort que des effets irréversibles (50 mbar) sortiraient des limites de propriété, au niveau de la voie de circulation commune d'InVivo et Sermix.

Les effets de 20 mbars (responsables des bris de verre), impacteraient une zone boisée et agricole au Nord ainsi que les bâtiments d'Union InVivo.

On rappellera que ces résultats sont basés sur une pression de rupture du silo bien supérieure aux ordres de grandeur attendus pour ce matériau (silo métallique), en raison, très probablement, des coefficients de sécurité et des hypothèses conservatoires retenues dans la modélisation de la pression de rupture.

Enfin, au regard de la présence d'effets irréversibles sortants, cet évènement est considéré comme un accident majeur et fait donc l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude. On précisera que suivant la circulaire du 10 mai 2010, les personnes de l'entreprise InVivo, ne sont pas comptabilisées comme exposées au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 en raison du niveau d'information et de leur proximité industrielle. En effet :

- Les deux établissements disposent d'un POI,
- Les deux POI seront rendus cohérents (description des mesures à prendre d'un site à l'autre, dispositif d'alerte, information mutuelle lors de modification du POI, communication du retour d'expérience sur les incidents susceptibles d'impacter les terrains voisins, rencontre régulière, exercices POI communs organisés régulièrement). Cette cohérence sera mise à jour compte tenu des nouveaux résultats présentés dans cette étude de dangers.

Par conséquent, ce scénario sera considéré comme Modéré dans la suite de l'étude de dangers.

IV.2.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

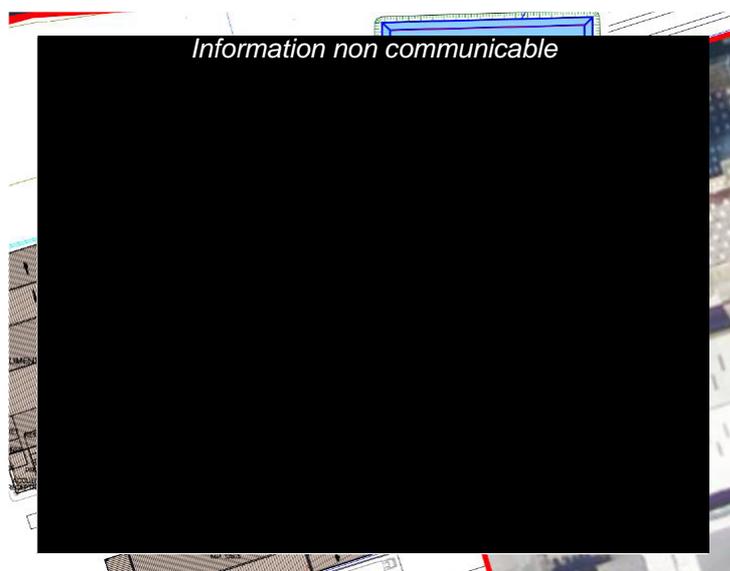
Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre / arête	Infor (largeur la plus importante)
Hauteur du silo par rapport au sol	Infor
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 20,4 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.3. EXPLOSION D'UN SILO DE 60 M3

IV.3.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos de 60 m³ correspondent aux silos C01 à C12. Le plan justifiant des caractéristiques dimensionnelles de ces silos sont disponibles en Annexe 11.

Les données de résistance des silos n'étant plus disponibles, de nouvelles études ont été entreprises. Celles-ci sont disponibles en Annexe 12. Deux rapports sont en lien avec ces silos : l'étude relative aux silos C01 et C02. Ces silos présentent de légères différences (présence d'une ou 2 trémies). Ils sont représentatifs des silos C01 à C12.

Pour ces silos, des modélisations ont été réalisées afin de déterminer la pression à partir de laquelle une divergence était observée entre la variation du déplacement en un point donné par rapport au précédent et à la variation de l'effet en un point donné par rapport au précédent (avec une augmentation itérative de la pression appliquée à l'intérieur de l'enceinte). Cette divergence correspond au moment où la rupture du matériau se produit. Pour la détermination de cette pression, il n'a pas été considéré l'usure du métal par le temps qui réduirait la pression de rupture. Un coefficient de sécurité de 1,25 a également été appliqué à l'issue de l'obtention de la pression de rupture. Pour ces silos, les résultats de modélisation font état d'une pression de rupture des capacités de **Information non** C'est chiffres sont très proches. Ces modélisations mettent également en évidence qu'en cas de surpression, la rupture serait générée au niveau du toit du silo.

Conformément au guide silos, lorsque le volume est non éventé ou insuffisamment, la pression relative de l'explosion est égale à 2 x la pression statique de rupture de l'enceinte.

IV.3.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les résultats de distances d'effets présentés ci-après prennent en compte la valeur de pression de rupture la plus pénalisante pour les silos C01 à C12, à savoir **Information** On rappellera que cette pression intègre un coefficient de sécurité de 1.25.

De plus, au regard des résultats de simulation, il ressort que la surpression s'évacuerait à partir du toit du silo (zone la plus sensible où a lieu la rupture).

Les distances d'effets de surpression ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau de la surface d'évacuation de la surpression : toit des silos	Information non communicable				
Distance des effets au sol	Information non communicable		Non atteint	Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble des silos C01 à C12 même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes. De plus, ce scénario englobe les distances d'effets des micro-cellules (C51 à C64) ainsi que des silos C41 à C44. Pour rappel, ces silos disposent de capacités respectives de 0,8 m³ et

4 m³. Toutefois, pour les silos C21 à C40, bien qu'ils présentent de faibles volumes (12 m³), leur constitution diffère du reste des silos. C'est pourquoi, ils font l'objet d'une modélisation spécifique.

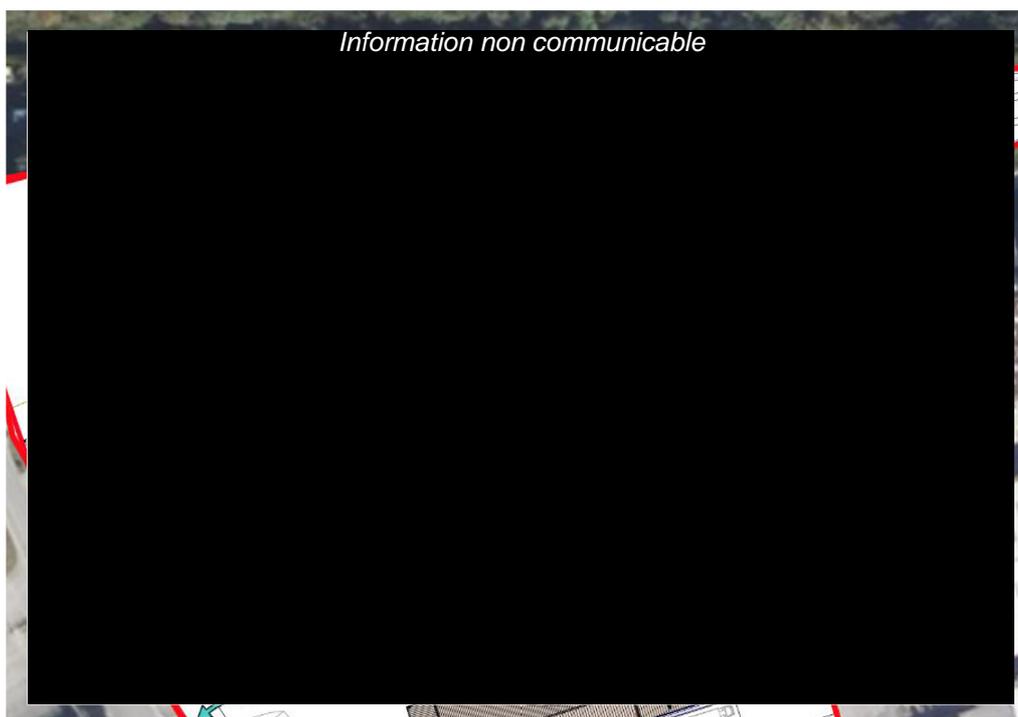


Figure 36 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 60 m³)

Il ressort qu'aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Seuls des effets par bris de vitres seraient susceptibles d'être perceptible en dehors des limites parcellaires de l'établissement. Elles impacteraient des voies de circulation communes des sociétés SERMIX et Union InVivo ainsi qu'une partie du bâtiment d'InVivo.

Au regard de l'absence d'effets irréversibles et d'effets létaux sortant, cet évènement n'est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude.

IV.3.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

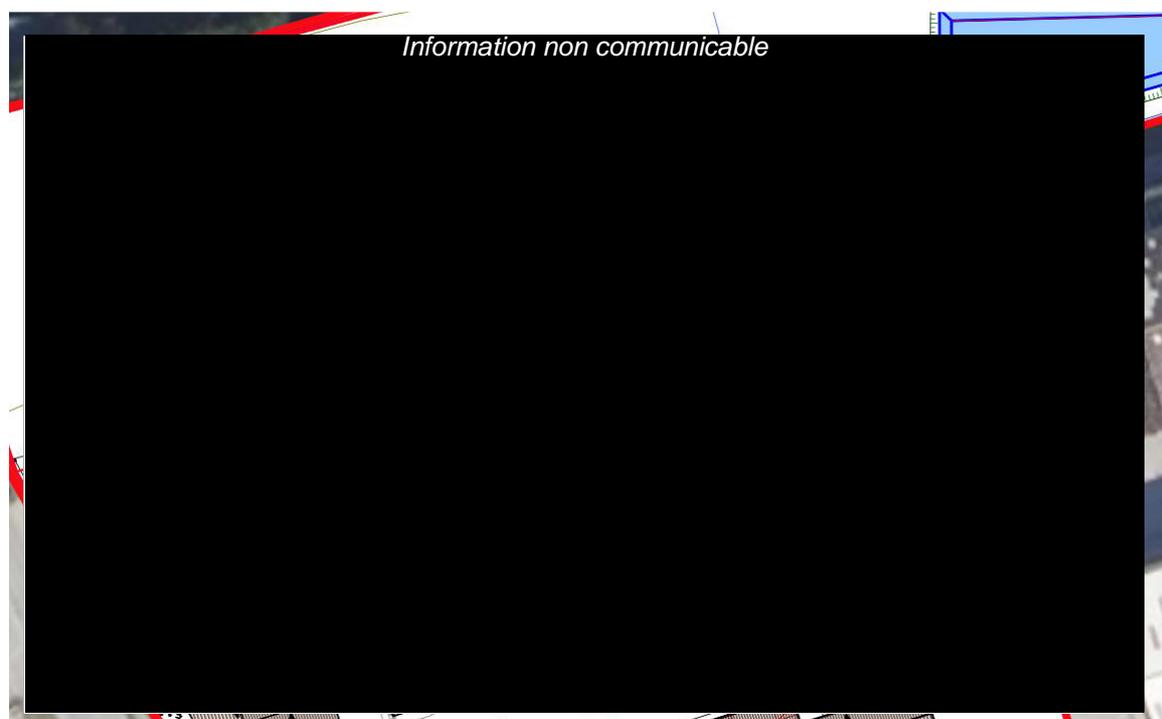
Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre / arête	Infor
Hauteur du silo	Infor
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 20 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.4. EXPLOSION D'UN SILO DE 45 M³

IV.4.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos de 60 m³ correspondent aux silos CD101 à CD122. Le plan justifiant des caractéristiques dimensionnelles de ces silos sont disponibles en Annexe 11.

Les données de résistance des silos n'étant plus disponibles, de nouvelles études ont été entreprises. Celles-ci sont disponibles en Annexe 12. Compte tenu des caractéristiques similaires de ces silos, le rapport associé à ce type de silo est l'étude relative au silo CD122.

Pour ce silo, des modélisations ont été réalisées afin de déterminer la pression à partir de laquelle une divergence était observée entre la variation du déplacement en un point donné par rapport au précédent et à la variation de l'effet en un point donné par rapport au précédent (avec une augmentation itérative de la pression appliquée à l'intérieur de l'enceinte). Cette divergence correspond au moment où la rupture du matériau se produit. Pour la détermination de cette pression, il n'a pas été considéré l'usure du métal par le temps qui réduirait la pression de rupture. Un coefficient de sécurité de 1,25 a également été appliqué à l'issue de l'obtention de la pression de rupture. Pour ce type de silo, les résultats de modélisation font état d'une pression de rupture de la capacité de **Informatio**. Ces modélisations mettent également en évidence qu'en cas de surpression, la rupture serait générée essentiellement au niveau du toit du silo. On précisera que cette valeur de pression de rupture intègre de nombreux paramètres conservatoires (absence de piquage, coefficient de sécurité complémentaire de 1,25, etc.). Ces valeurs retenues sont ainsi élevées par rapport aux valeurs de pression de rupture des silos. A titre d'illustration, le guide silos établit les valeurs de pression de rupture bien plus faibles pour les silos métalliques :

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique) Rupture
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique ou en fibrociment	15 à 100 mbar
Tour de manutention en palplanches (tôles résistantes, type profils Omega)	300 à 1000 mbar
Cellules en béton : parois	150 à 1000 mbar
Cellules en béton : toits	100 à 400 mbar
Cellule métalliques : parois	300 à 1000 mbar
Cellules métalliques : toits	100 à 200 mbar
Galerias sur-cellules en béton	100 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparente (fixations crochets)	10 mbar
Polycarbonate avec des fixations crochets	10 mbar
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 à 100 mbar

Figure 37 : Ordre de grandeur des pressions de ruptures des silos suivant leur matériaux (extrait guide silos)

Néanmoins, c'est la valeur conservatoire de **Informatio** qui a été retenue par la suite.

Conformément au guide silos, lorsque le volume est non éventé ou insuffisamment, la pression relative de l'explosion est égale à 2 x la pression statique de rupture de l'enceinte.

IV.4.2 RESULTATS DE MODELISATION

Les résultats de distances d'effets présentés ci-après prennent en compte la valeur de pression de rupture de **Information**. On rappellera que cette pression intègre un coefficient de sécurité de 1,25.

De plus, au regard des résultats de simulation, il ressort que la surpression s'évacuerait à partir du toit du silo.

Les distances d'effets de surpression ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau de la surface d'évacuation de la surpression : toit des silos	<i>Information non communicable</i>				
Distance des effets au sol	<i>Information non communicable</i>		Non atteint	Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble des silos CD101 à CD122 même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes.

De plus, cette représentation englobe également les silos référencés CD201 à CD218 et CD501 à CD514. Ces derniers disposent de volumes et d'une hauteur bien inférieurs aux silos CD101 à CD122. En effet, leurs volumes varient de 1 m³ à 10 m³.

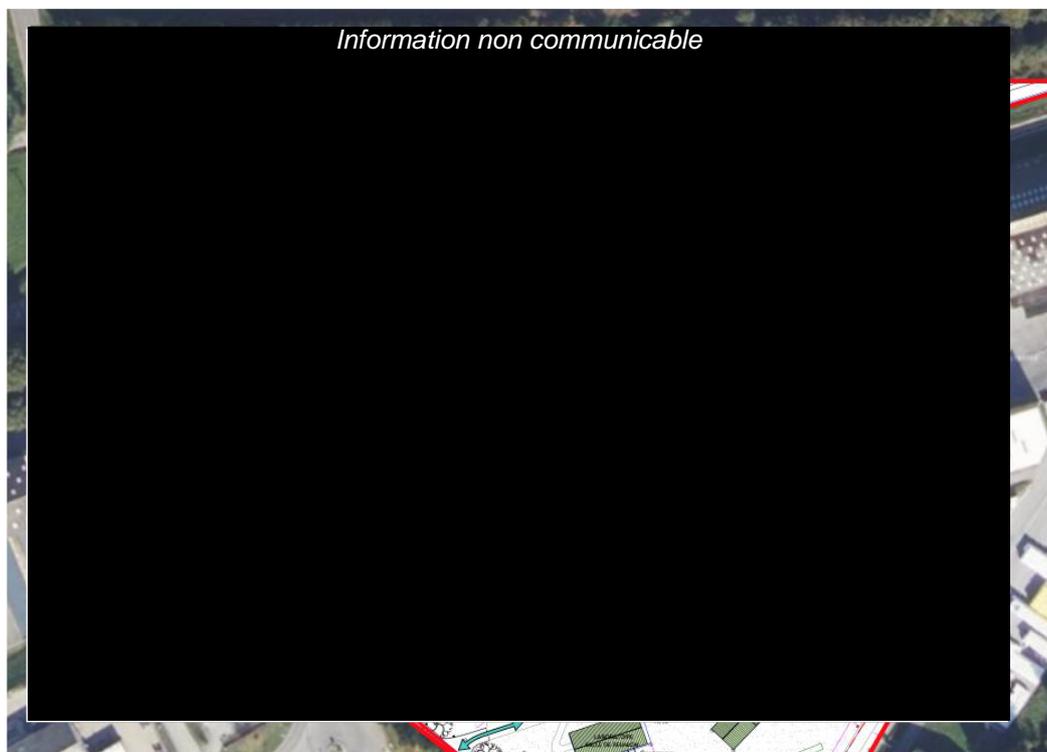


Figure 38 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 45 m³)

Il ressort qu’aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Seuls des effets par bris de vitres seraient susceptibles d’être perceptible en dehors des limites parcellaires de l’établissement. Elles impacteraient des voies de circulation communes des sociétés SERMIX et Union InVivo, les bâtiment d’InVivo ainsi que des boisements au Nord du site.

Au regard de l’absence d’effets irréversibles et d’effets létaux sortant, cet évènement n’est pas considéré comme accident majeur et ne fait pas l’objet d’une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l’étude.

IV.4.3 INCIDENCE D’UN ENSEVELISSEMENT

En cas d’explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l’état de son remplissage lors de l’explosion.

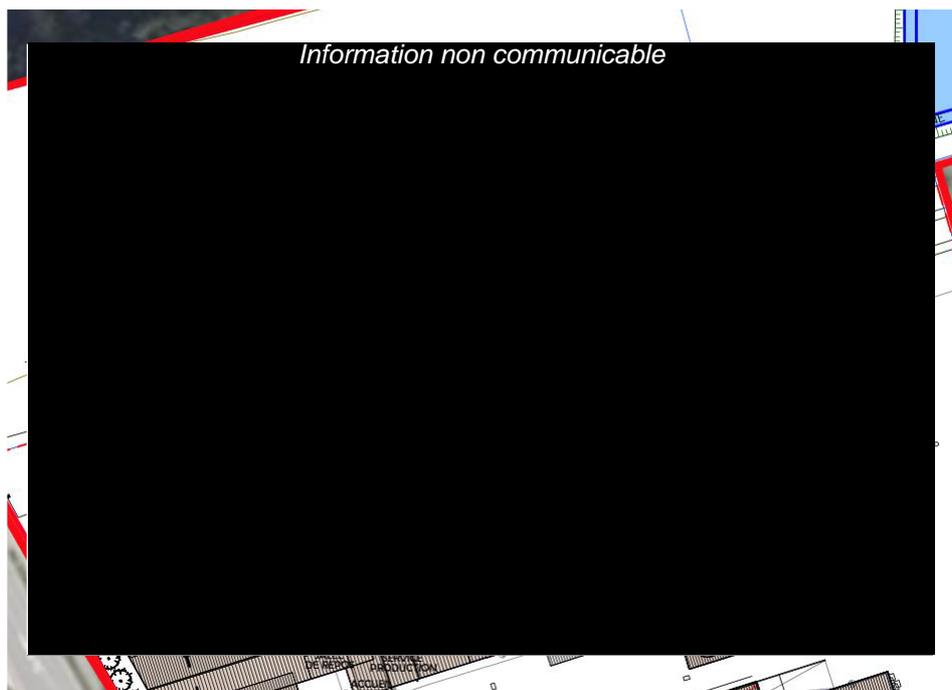
Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L’absence d’éparpillement du grain lors de l’explosion préalable du silo,
- L’absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d’effets d’ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre / arête	Information non communicable
Hauteur du silo	Infor
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d’ensevelissement de ce groupe de silo est de 17,9 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.

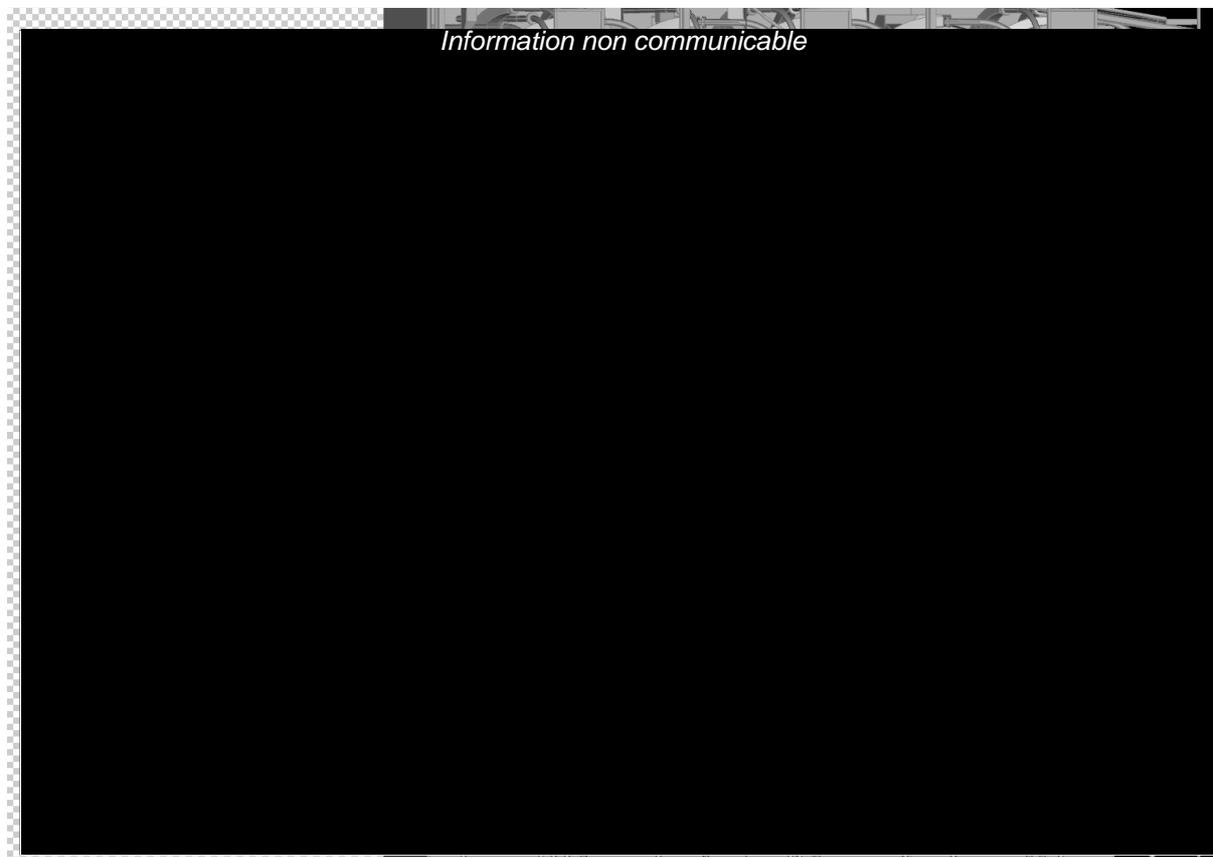


Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.5. EXPLOSION D'UN SILO DE 40 M³

IV.5.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos C70 à C81 sont des silos de 40 m³. Il s'agit de silos métalliques disposant des dimensions suivantes :



Pour ces silos, il a été fait le choix de retenir la pression de rupture de silos la plus élevée de celles estimées, soit **Information** et ce, malgré que cette pression de rupture soit bien supérieure aux ordres de grandeurs des pressions de ruptures pour les silos métalliques.

IV.5.2 RESULTATS DE MODELISATION

Conformément au guide silos, lorsque le volume est non éventé ou insuffisamment, la pression relative de l'explosion est égale à 2 x la pression statique de rupture de l'enceinte.

Au regard des résultats de simulation, il a été retenu que la surpression s'évacuait à partir du toit du silo.

Les distances d'effets de surpression ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau de la surface d'évacuation de la surpression : toit des silos	<i>Information non communicable</i>				
Distance des effets au sol	<i>Information non communicable</i>		Non atteint	Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après. Pour cette représentation, un plan enveloppe a été réalisé pour l'ensemble des silos C70 à C81 même si certains ne sont pas susceptibles de recevoir des matières pulvérulentes.

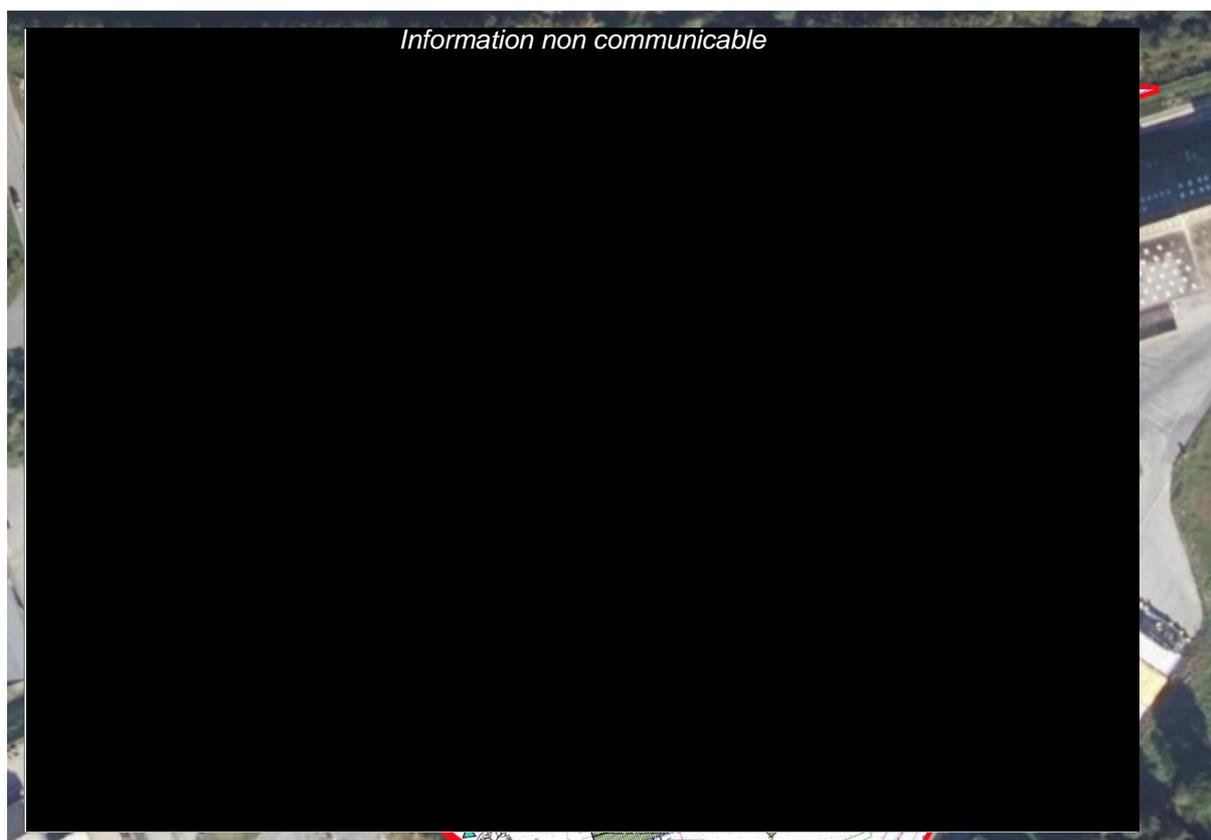


Figure 39 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 40 m³)

Il ressort que des effets irréversibles (50 mbar) sortiraient des limites de propriété, au niveau de la voie de circulation commune d'InVivo et Sermix. Ils n'impacteraient pas de bâtiment de stockage.

Les effets de 20 mbars (responsables des bris de verre), impacteraient une zone boisée et agricole au Nord ainsi que les bâtiments d'Union InVivo.

On rappellera que ces résultats sont basés sur une pression de rupture du silo bien supérieure aux ordres de grandeur attendus pour ce matériau (silo métallique), en

raison, très probablement, des coefficients de sécurité et des hypothèses conservatoires retenues dans la modélisation de la pression de rupture.

Enfin, au regard de la présence d'effets irréversibles sortants, cet évènement est considéré comme un accident majeur et fait donc l'objet d'une étude détaillée de réduction des risques dans la suite de l'étude. On précisera que suivant la circulaire du 10 mai 2010, les personnes de l'entreprise InVivo, ne sont pas comptabilisées comme exposées au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 en raison du niveau d'information et de leur proximité industrielle. En effet :

- Les deux établissements disposent d'un POI,
- Les deux POI seront rendus cohérents (description des mesures à prendre d'un site à l'autre, dispositif d'alerte, information mutuelle lors de modification du POI, communication du retour d'expérience sur les incidents susceptibles d'impacter les terrains voisins, rencontre régulière, exercices POI communs organisés régulièrement). Cette cohérence sera mise à jour compte tenu des nouveaux résultats présentés dans cette étude de dangers.

Par conséquent, ce scénario sera considéré comme Modéré dans la suite de l'étude de dangers.

IV.5.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre / arête	Infor
Hauteur du silo (par rapport au sol)	Infor
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 16,3 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.6. EXPLOSION D'UN SILO DE 12 M3

IV.6.1 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les silos de 12 m³ correspondent aux silos C21 à C39. Ces silos disposent d'une faible capacité (12 m³). Ils ont toutefois fait l'objet de simulation en raison de leurs caractéristiques spécifiques. En effet, ces silos sont issues d'un découpage de silos métalliques cylindriques. Leurs dimensions sont présentés sur les plans disponibles en Annexe 11. Les silos C33/C34 sont représentatifs de ces capacités.

Une étude de la pression de rupture de chacune de ces capacités a également été entreprise pour ces silos. Elles sont disponibles en annexe.

Les études concluent à des pressions de rupture de **Information non** (coefficient de sécurité de 1,25 appliqué). Ces études mettent également en évidence que les points de rupture sont localisés en partie sur la paroi du silo contiguë.

Pour ces silos, la pression de rupture la plus élevée sera retenue pour la détermination des distances d'effets, soit **Informatio**. Conformément au guide silos, lorsque le volume est non éventé ou insuffisamment, la pression relative de l'explosion est égale à 2 x la pression statique de rupture de l'enceinte.

IV.6.2 RESULTATS DE MODELISATION

Au vu de la modélisation, il ressort que l'explosion s'évacuerait par les parois du silos. La base du silo par rapport au sol est de **Inform**

Les distances d'effets de surpression ainsi obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance atteinte au niveau de la surface d'évacuation de la surpression : parois silos	Information non communicable				
Distance des effets au sol	Information non communicable		Non atteint	Non atteint	Non atteint

La représentation des effets de surpression atteints au sol pour ces silos est disponible ci-après.

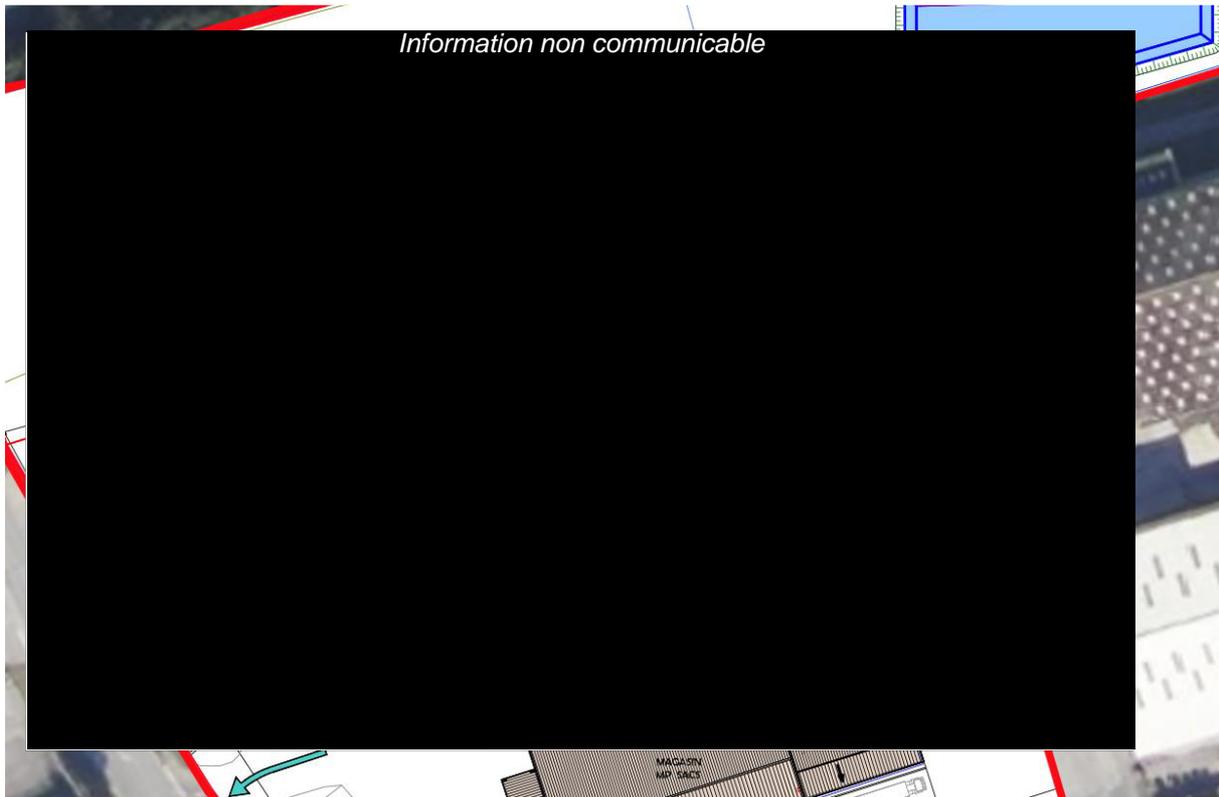


Figure 40 : Représentation cartographique des effets de surpression (silo de 12 m³)

Il ressort qu’aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Seuls des effets par bris de vitres seraient susceptibles d’être perceptible en dehors des limites parcellaires de l’établissement. Elles impacteraient uniquement des voies de circulation communes des sociétés SERMIX et Union InVivo.

Toutefois, l’évacuation de la surpression pourra se produire dans l’enceinte de la cellule adjacente. Cette suppression va par conséquent engendrer une explosion secondaire dans le volume contiguë. Conformément au guide silos, la pression relative de cette explosion secondaire retenue est de 5 bars. Les distances d’effets atteintes au sol sont reportés dans le tableau ci-dessous.

	20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
	Seuil des effets indirects par bris de vitre	Seuil des effets irréversibles	Seuil de premiers effets létaux	Seuil des effets létaux significatif	
Distance des effets au sol	<i>Information non communicable</i>				

La représentation cartographique des plans enveloppe des explosions secondaires est disponible ci-après.



Cette explosion secondaire engendrerait uniquement des effets indirects (bris de verre) sortants. Ces effets impacteraient le bâtiment InVivo.

Aucun effet irréversible et létaux ne sortirait des limites de propriété. Par conséquent, cet évènement n'est pas à considérer comme accident majeur. Il n'est donc pas retenu par la suite dans l'étude détaillée des Risques.

IV.6.3 INCIDENCE D'UN ENSEVELISSEMENT

En cas d'explosion, un ensevelissement des zones à proximité des silos peut être généré. Celui-ci dépendra de la nature des produits présents dans le silo de stockage, des caractéristiques du silos ainsi que de l'état de son remplissage lors de l'explosion.

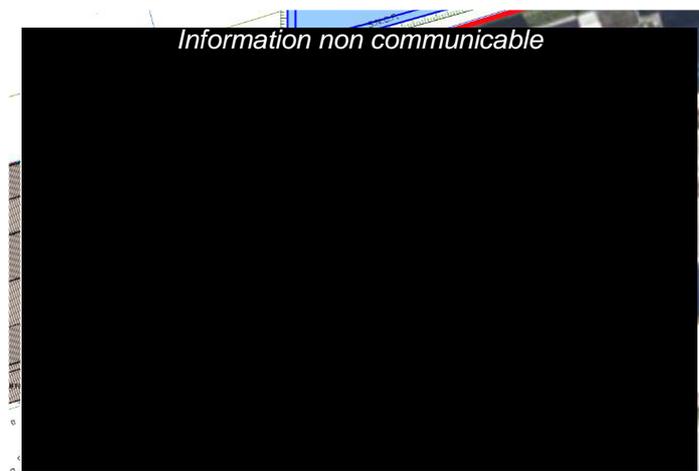
Le présent point a pour objectif de déterminer la distance induite de la zone pouvant être impactée par un ensevelissement suite à une explosion de silo. Pour cette estimation, il a été considéré de façon pénalisante :

- Un silo à sa capacité maximale de stockage,
- Un ensevelissement mono directionnel
- L'absence d'éparpillement du grain lors de l'explosion préalable du silo,
- L'absence de paroi du bâtiment abritant les silos.

Les hypothèses de calcul retenues pour la détermination des distances d'effets d'ensevelissement sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Hypothèse de modélisation retenue
Diamètre / arête	Info
Hauteur du silo	Info
Angle de talutage	20 (valeur issue du guide silo pour le la farine)

Suivant la formule de calcul mentionné dans le descriptif méthodologique issue du guide silo, la distance atteinte par la zone d'ensevelissement de ce groupe de silo est de 7,4 m. La représentation cartographique ci-dessous localise cette zone.



Au regard de cette cartographie, il ressort que la zone ensevelie suite à l'explosion d'un silo serait maintenue dans le périmètre de l'établissement.

IV.7. EXPLOSION D'UN NUAGE DE GAZ SUITE A UNE FUITE DANS LE LOCAL DU SHUGGI

Le scénario considéré dans le présent point est une fuite de gaz sur la canalisation d'alimentation du Shuggi au sein du bâtiment d'exploitation. La fuite dans cette zone confinée aboutit à la formation d'un mélange combustible (gaz naturel / air). Puis une source d'ignition d'énergie suffisante à proximité du nuage s'enflamme. La propagation de la flamme génère des effets de pression liés à la forte dilatation des gaz brûlés.

Dans le bâtiment de production, les canalisations de gaz disposent d'une pression de 300 mbar. Leurs diamètres varient de 60 mm à 89 mm environ. Les canalisations de gaz sont implantées à plusieurs niveaux et hauteurs. Ainsi, dans cette zone, le rejet peut être vertical ou horizontal en cas de rupture de canalisation.

Le plan d'implantation des canalisations gaz est reporté en annexe .

Annexe 13 : Plan d'implantation des canalisations gaz aérienne

Dans le cas du présent scénario, il est considéré une rupture totale de la canalisation présentant un diamètre le plus important, soit 89 mm avec un rejet horizontal. Les caractéristiques de cette fuite induisent un débit d'émission de gaz naturel (assimilé à du méthane) dans le local de 1,94 kg/s (données Phast).

Dans ce scénario, il a été retenu un rejet continu de gaz durant 10 s, bien que les dispositifs d'asservissement de coupure d'alimentation en gaz **Information non communicable** aient un temps de réactivité de l'ordre de quelques dizaines de ms. Ainsi, suivant cette durée de fuite, la masse de gaz naturel libérée considérée par la suite s'élève à 19,4 kg.

Sur la base d'une concentration stœchiométrique (9,5%), le volume de nuage inflammable formé s'élève à 300 m³. Le local de production n'étant pas compartimenté, ce volume de gaz ne remplit pas l'ensemble du bâtiment. Par conséquent, pour ce scénario d'explosion, la méthode multi-énergie est retenue.

Dans le cas d'une explosion en intérieur dans un bâtiment de conception légère (bardage), la note du GTDLI recommande d'appliquer un indice de sévérité de 4 à 6 suivant l'aménagement intérieur.

Zone indépendante siège d'explosion	Indice de sévérité et pic de pression correspondant
Zone dépourvue d'obstacle et d'installation avec un nuage homogène	Jusqu'à 3 (50 mbar)
Intérieur des cuvettes	4 (surpression = 100 mbar) à 5 (200 mbar) pour une cuvette encombrée
Pomperie	4 à 5 (200 mbar)
Poste de chargement / déchargement	4 à 6 (500 mbar) selon l'encombrement lié aux équipements en place (bras, tuyauteries,...) et nombre de citernes (wagons et camions-citernes) pouvant être présents côte à côte aux postes
Zone de stationnement des véhicules	4 à 6 (500 mbar) selon configuration (supérieur à 5 au-dessus de 5 camions-citernes côte à côte)
Intérieur bâtiment de conception légère (ex : bardage...)	4 à 6 (500 mbar) pour un bâtiment de conception légère Selon aménagement intérieur
Intérieur autre bâtiment	La méthode TNO Multi-Energy est inadaptée Un modèle spécifique peut être requis

Figure 41 : Recommandation d'indice de sévérité multi-énergie u GTDLI

Dans le cas présent, compte tenu de la localisation de l'explosion au sein du bâtiment de production comprenant des volumes libres notables, un indice de sévérité de 5 est retenu.

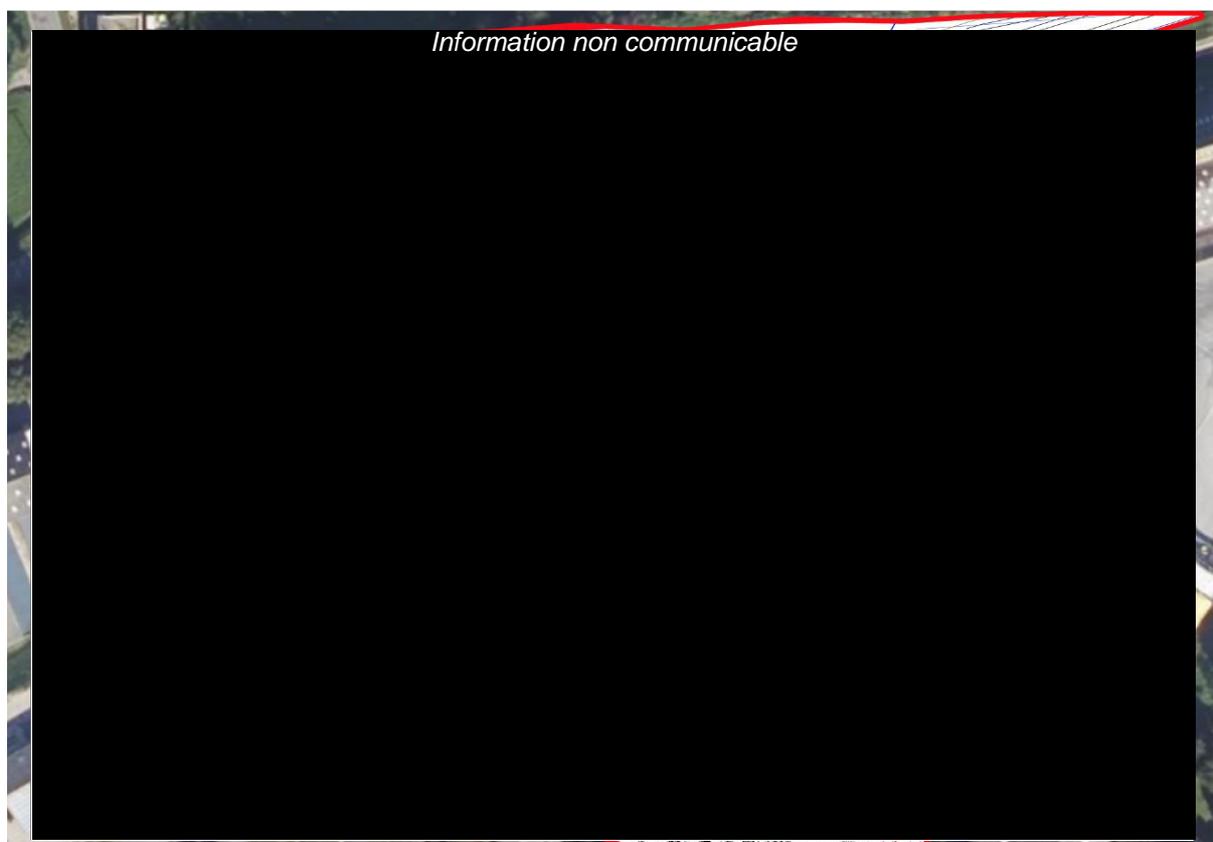
La chaleur de combustion du méthane à la stœchiométrie utilisée pour la détermination de l'énergie libérée est de 3,23 MJ/m³.

Suivant ces caractéristiques, les distances d'effets obtenues pour cette explosion sont les suivantes :

	Distance d'effets (en m)
20 mbar	<i>Information non communicable</i>
50 mbar	
140 mbar	

Ces distances sont considérées à partir du centre de l'explosion.

La représentation cartographique de ces effets de surpression est synthétisée sur la figure ci-contre.



Il ressort de cette cartographie :

- Que seuls des effets indirects de type bris de verre sortirait des limites de propriété, ils n'impacteraient pas de bâtiment
- qu'aucun effet irréversible ni létaux ne sortirait des limites de propriété de l'établissement.

Par conséquent, cet accident n'est pas considéré comme un accident majeur. Pour autant, ce scénario est tout de même considéré dans l'étude détaillée de réduction des risques, disponible dans la suite de l'étude de dangers.

IV.8. EXPLOSION D'UN NUAGE DE GAZ EN MILIEU CONFINE (CHAUFFERIE)

Le scénario considéré dans le présent point est une fuite de gaz sur la canalisation d'alimentation de la chaudière de production au sein de la chaufferie. La fuite dans cette zone confinée aboutit à la formation d'un mélange combustible (gaz naturel / air). Puis une source d'ignition d'énergie suffisante à proximité du nuage s'enflamme. La propagation de la flamme génère des effets de pression liés à la forte dilatation des gaz brûlés. Une première explosion entraîne la rupture mécanique du local puis la seconde génère l'explosion du nuage à l'extérieur.

Dans ce local, la canalisation de gaz dispose d'un diamètre de 60,3 mm. Le gaz qui y circule présente une pression de 300 mbar. Dans cette zone, le rejet peut être vertical ou horizontal en cas de rupture de canalisation, comme l'illustre l'implantation de la canalisation de gaz disponible en Annexe 13.

Dans le cas du présent scénario, il est considéré une rupture totale de la canalisation avec un rejet horizontal. Les caractéristiques de cette fuite induisent un débit d'émission de gaz naturel (assimilé à du méthane) dans le local de 0,899 kg/s (données Phast).

Le local chaufferie dispose d'une surface de 25 m² pour une hauteur de 4,9 m, soit un volume de 122,5 m³. Une grande partie de ce local est occupée par la chaudière. Ainsi par la suite, il sera considéré que cette dernière représente 20 % du volume du local. Par conséquent, le volume disponible pour le gaz naturel s'élève à 98 m³.

Explosion primaire

Pour l'explosion primaire, la méthode de Brode est utilisée en considérant les paramètres suivants :

Volume (m ³)	98 m ³
Pression de rupture	0,3 bar retenu Car le local est composé de parois en parpaing ainsi qu'une surface en bardage.
Rapport des capacités calorifiques du gaz γ	1,3 (valeur du méthane)

Suivant la formule de Brode explicité dans la partie méthodologie, les distances d'effets de cette explosion primaire sont les suivantes :

	Distance d'effets (en m)
20 mbar	<i>Information non communicable</i>
50 mbar	
140 mbar	
200 mbar	

Ces distances d'effets sont obtenus à partir du centre du local.

L'énergie d'explosion calculé suivant cette formule de Brode aboutit à une valeur de 9,8 MJ.

Explosion secondaire

Pour l'explosion secondaire, qui correspond à l'inflammation du gaz non brûlé à l'intérieur et éjecté par les surfaces soufflables du local, il est admis que 90% du volume gazeux est brûlé à l'extérieur du local (hypothèse conservatoire).

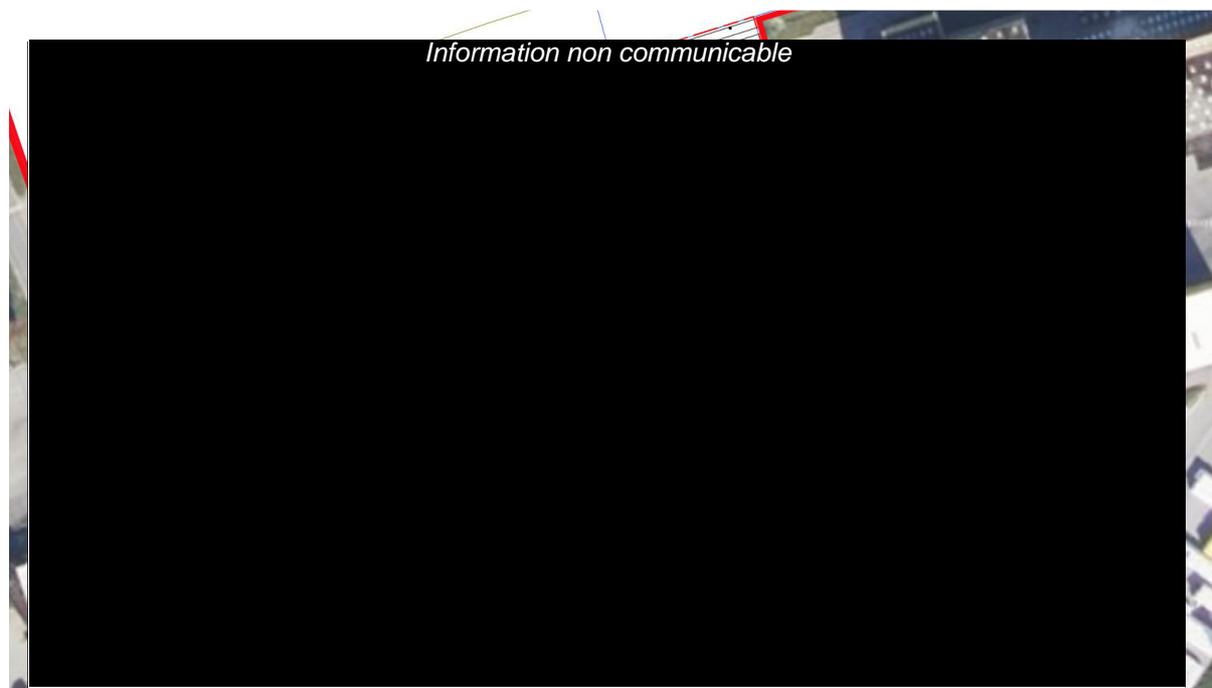
Pour la modélisation de cette explosion secondaire, la méthode multi-énergie est employée en deux étapes :

- Le calcul de l'énergie d'explosion de la combustion du nuage air-méthane à la stœchiométrie. Pour cela la chaleur de combustion du méthane à la stœchiométrie est utilisée (3,23 MJ/m³).
- La détermination des distances d'effets de surpression suivant l'indice retenu pour la méthode multi-énergie. Dans le cas présent, en raison du degré d'encombrement en extérieur, du degré de confinement et de l'énergie d'inflammation disponible, l'indice retenu est de 5 (suivant la grille Kinsella).

Suivant ces caractéristiques, les distances d'effets obtenues pour cette explosion secondaire sont les suivantes :

	Distance d'effets (en m)
20 mbar	Information non communicable
50 mbar	Information non communicable
140 mbar	Information non communicable

La représentation cartographique de ces effets de surpression est synthétisée sur la figure ci-contre.



Il ressort de cette cartographie :

- Que seuls des effets indirects de type bris de verre sortirait des limites de propriété, ils n'impacteraient pas de bâtiments,
- qu'aucun effet irréversible ni létaux ne sortirait des limites de propriété de l'établissement.

Par conséquent, cet accident n'est pas considéré comme un accident majeur. Pour autant, ce scénario est tout de même considéré dans l'étude détaillée de réduction des risques, disponible dans la suite de l'étude de dangers.

IV.9. EXPLOSION D'UN NUAGE DE GAZ EN MILIEU NON CONFINE (CANALISATION DE GAZ EXTERIEURE)

Le scénario considéré est une rupture de canalisation et une fuite de gaz naturel à l'atmosphère en extérieur (au droit de la façade du bâtiment). Deux configurations sont envisagées :

- L'inflammation immédiate du nuage entraînant un jet enflammé,
- La diffusion d'un nuage de gaz et son inflammation retardée entraînant un UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) du nuage

Pour ce scénario, il est considéré une fuite de gaz d'une durée illimitée.

Cette fuite serait localisée au niveau de la façade. Dans cette zone, la canalisation dispose uniquement d'une position verticale.



Ainsi, deux types de fuite sont considérées par la suite :

- La rupture totale de la canalisation avec un rejet vertical,
- La fuite partielle de la canalisation avec un rejet horizontal. La taille de la fuite a été retenue égale à 50 % du diamètre de la canalisation suivant la circulaire du 10 mai 2010.

Dans ces scénarios, les termes sources suivants ont été retenus :

	SC1 - Rupture de canalisation (rejet vertical)	SC2 - Fuite de 50 % (rejet horizontal)
Produit rejeté	Gaz naturel (assimilé à du méthane pour la modélisation)	
Température	20 °C	
Pression interne initial	1,5 bar (relative)	
Phase rejetée	Gaz	
Altitude de rejet	1 m	

Angle de rejet	Vertical	Horizontal
Diamètre de fuite	89 mm	45 mm
Conditions météorologiques	3 F et 5 D	

Les distances à la LIE obtenues suivant la dispersion du Logiciel Phast sont les suivantes :

	3F	5D
SC1 - Rupture de canalisation (rejet vertical)	1 m	
SC2 - Fuite de 50 % (rejet horizontal)	4,5 m	

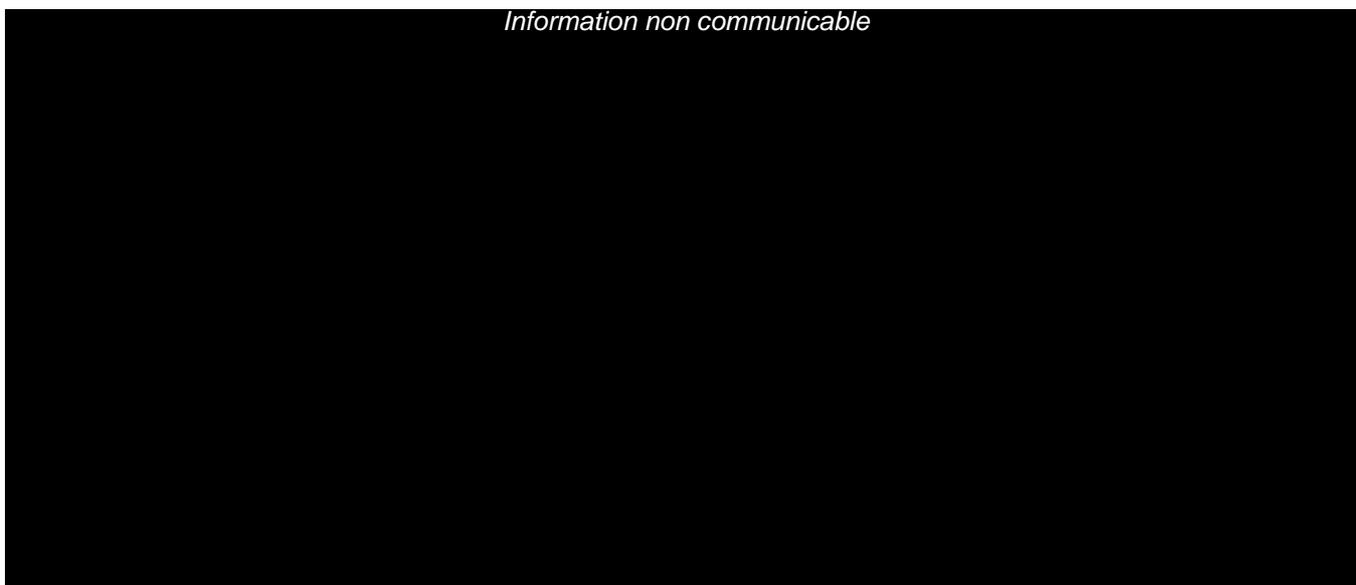


Figure 42 : Atteinte de la LIE - Rupture de la canalisation de gaz

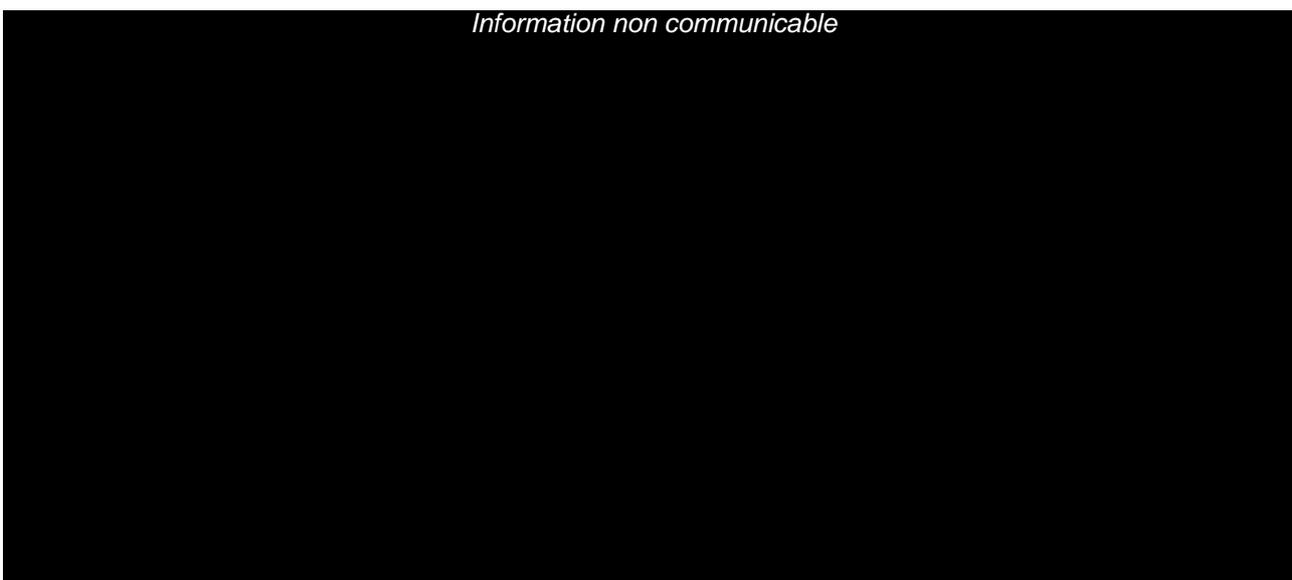


Figure 43 : Atteinte de la LIE - Fuite partielle (50 %) sur la canalisation de gaz

Jet enflammé

Compte tenu de ses distances d'atteinte de la LIE, les distances d'effets d'un jet enflammé sont :

	SEI (1,1 x d _{LIE})	SpEL (1 x d _{LIE})	SELS (1 x d _{LIE})
SC1	<i>Information non communicable</i>		
SC2			

Compte tenu de ces distances d'effets du jet enflammé, il peut être noté :

- **Qu'aucun seuil des effets irréversibles et létaux ne sortirait des limites de propriété,**
- **Les flux responsables des effets dominos (SELS) n'impacteraient que des voies de circulation (absence de stockage).**

Ces scénarios de fuite permettent d'obtenir également les informations de débit de gaz inflammable suivants :

	Débit
SC1	<i>Information non communicable</i>
SC2	

Phénomène d'explosion

Pour chacun des scénarios et chacune des conditions météorologiques, une source d'ignition a ensuite été considérée au centre du nuage explosif, soit la moitié de la distance atteinte par la LIE.

Compte tenu de cette explosion en milieu non confiné, la méthodologie MultiEnergy a été appliquée. Un indice de sévérité de 5 a été considérée suivant la grille de Kinsella en raison du faible encombrement dans la zone de diffusion du gaz, de l'existence d'un confinement et d'une énergie d'inflammation faible.

Energie d'inflammation		Le degré d'encombrement			Le degré de confinement		Indice
faible	forte	fort	faible	inexistant	existant	inexistant	
	×	×			×		7-10
	×	×				×	7-10
×		×			×		5-7
	×		×		×		5-7
	×		×			×	4-6
	×			×	×		4-6
×		×				×	4-5
	×			×		×	4-5
×			×		×		3-5
×			×			×	2-3
×				×	×		1-2
×				×		×	1

Figure 44 : Choix de l'indice de violence d'explosion selon Kinsella

Les distances d'effets ainsi obtenues sont reportées dans le tableau ci-contre.

	Distance par rapport au point de fuite - SC1		Distance par rapport au point de fuite - SC2	
	5D	3F	5D	3F
20 mbar	<i>Information non communicable</i>			
50 mbar	<i>Information non communicable</i>			
140 mbar	<i>Information non communicable</i>			

* Distance maximale atteinte par rapport à la canalisation (Distance à la ½ LIE + distance de surpression)

Les représentations cartographiques ci-dessous reprennent les distances maximales de chacun des scénarios.



Ces modélisations mettent en évidence qu'aucun effet irréversibles et létaux ne sortirait des limites de propriété de l'établissement. Par conséquent, ce scénario n'est pas un accident majeur, il ne fait donc pas l'objet d'une étude détaillée de réduction de Risques dans la suite de l'étude.

V. SYNTHÈSE

Les résultats des modélisations des phénomènes dangereux retenus à l'issu de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Type d'effets	Phénomène dangereux	Effets sortant / non sortant	Gravité
Effets thermiques	Incendie de la zone de stockage des matières premières	Non sortant	-
	Incendie de la zone de stockage de palettes extérieure	Non sortant	-
	Incendie du stockage des produits finis	Non sortant	-
	Incendie généralisé du stockage de produits finis et de la partie activités	Non sortant	-
Effets toxiques	Emission de fumées toxiques – Incendie de la zone de stockage des matières premières	Non sortant à hauteur d'homme – atteint à une altitude de 28 m	Modérée
	Emission de fumées toxiques – Incendie de la zone de stockage des produits finis	Non sortant à hauteur d'homme - atteint à une altitude de 28 m	Modérée
Effets de surpression	Explosion d'un silo de 85 m ³	Non sortant	-
	Explosion d'un silo de 80 m ³	Non sortant	-
	Explosion d'un silo de 70 m ³	Sortant	Modérée
	Explosion d'un silo de 60 m ³	Non sortant (*)	-
	Explosion d'un silo de 45 m ³	Non sortant (*)	-
	Explosion d'un silo de 40 m ³	Sortant	Modérée
	Explosion d'un silo de 12 m ³ (cas des silos découplés)	Non sortant (*)	-
	Explosion d'un nuage de gaz suite à une fuite dans le local du Shuggi	Non sortant (*)	-
	Explosion d'un nuage de gaz suite à une fuite dans le local chaufferie	Non sortant (*)	-
	Explosion UVCE suite à une fuite ou rupture de la canalisation de gaz en extérieur	Non sortant	-

Tableau 5 : Synthèse de l'évaluation quantitative des phénomènes dangereux

(*) Rappelons que pour ces scénarios, les effets létaux et irréversibles sont maintenus dans l'enceinte de l'établissement. Seuls les effets de 20 mbar, responsables des effets indirects par bris de verre seraient susceptibles de sortir de l'emprise cadastrale du site. Ils ne sont donc pas considérés comme accidents majeurs et ne disposent pas de cotation de gravité. Ils ne sont donc pas à positionner au sein de la matrice de criticité abordée dans le chapitre suivant. Pour autant, ces scénarios ont fait l'objet d'une analyse de la probabilité et de la cinétique dans le chapitre suivant.

Rappelons que les phénomènes dangereux dont les effets létaux et irréversibles sortent des limites de propriété sont qualifiés de majeurs dans cette étude. Par conséquent, ils font l'objet d'une analyse détaillée de réduction des risques dans le chapitre suivant. Les scénarios complémentaires associés à l'explosion de silos et de fuite de gaz au sein du bâtiment sont également abordés à titre informatif (scénarios non majeurs).

CHAPITRE VI. ETUDE DETAILLEE DE REDUCTION DES RISQUES

Ce chapitre a pour objectif de caractériser les différents scénarios d'accidents susceptibles de se produire sur le site et pour lesquels les effets seraient perceptibles en dehors de l'établissement. Cette étude vise ainsi à définir les probabilités d'occurrence et la cinétique de ces accidents en vue de déterminer leur acceptabilité.

Pour rappel, les scénarios d'explosion dont les effets indirects (bris de vitres) impacteraient l'extérieur de l'établissement ont également été étudiés dans ce chapitre.

I. METHODOLOGIE DE L'EDRR

I.1. COTATION DE LA PROBABILITE D'OCCURRENCE DES SCENARIOS D'ACCIDENTS MAJEURS

I.1.1 PRESENTATION DE L'APPROCHE

L'approche retenue dans cette étude de dangers est la détermination de la probabilité d'occurrence d'un scénario d'accident majeur de manière quantitative au travers l'élaboration d'un nœud papillon. Cette approche est présentée en détail dans le rapport DRA-18-171229-00933A – OMEGA 24 – Probabilité dans les études de sécurité et études de dangers, publié par l'INERIS en avril 2018. Elle a pour avantage de présenter exhaustivement sur un schéma le scénario d'accident en intégrant :

- les Evènements Initiateurs (EI) susceptibles d'être à l'origine du phénomène dangereux,
- l'Evènement Redouté Central (ERC) conduisant au phénomène dangereux,
- les Evènements intermédiaires (Ei) et les Evènements Secondaires (ES) nécessaires à l'apparition de l'ERC ou du phénomène dangereux,
- les phénomènes dangereux (Ph D) susceptibles d'être générés suite à l'apparition de l'ERC,
- les séquences nécessaires à l'apparition du phénomène dangereux (présence concomitante de deux évènements initiateurs...)
- les mesures de prévention et de protection.

Le principe de schématisation du nœud papillon est illustré ci-dessous.

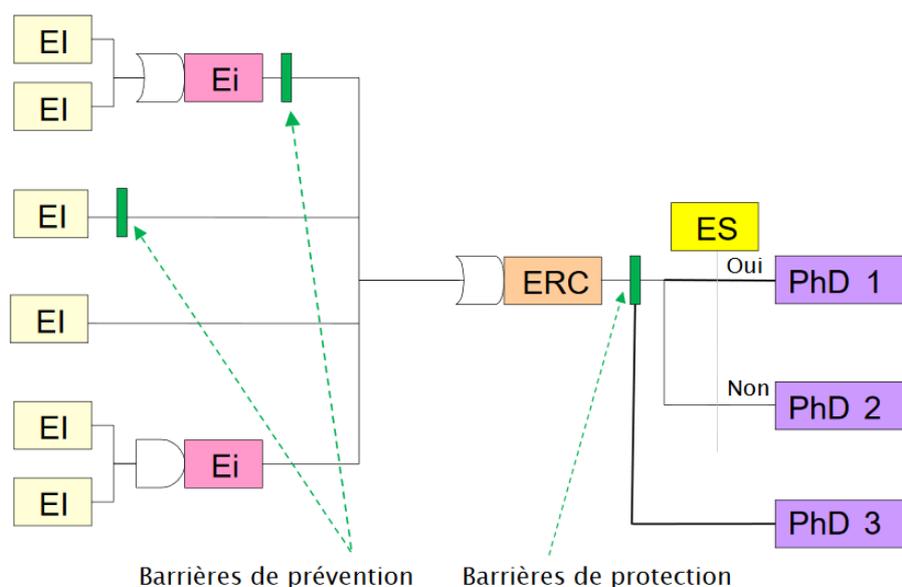


Figure 45 : Exemple d'un nœud papillon (schéma extrait du DRA-18-171229-00918A – Agrégation semi-quantitative des probabilités dans les études de dangers des installations classées – OMEGA 25, version du 26/01/2018, édité par l'INERIS)

Dans l'approche quantitative, la probabilité d'occurrence des scénarios d'accident est :

- soit directement déterminée au travers la fréquence de l'ERC ou du phénomène dangereux,
- soit estimée à partir de la fréquence d'apparition de chaque évènement initiateur.

Les données de probabilité d'occurrence et de fréquences sont principalement issues de bases de données internationales telles que celles du :

- Référence manual BEVI risk assesement (RIVM 2009) des Pays Bas,
- Failure rate and event data (FRED) ; (HSE 2010) d'Angleterre,
- Handbook for failure frequencies (HFF) de Belgique...

Les fréquences des évènements peuvent également provenir de données issues de guides, tels que :

- les rapports d'étude (OMEGA et DRA) publiés par l'INERIS : DRA 71 – Opération B2 : Approche probabiliste ;
- le retour d'expérience,
- ARAMIS,
- LOPA...

Suivant l'enchaînement du scénario d'accident, les événements secondaires, les probabilités de défaillance des mesures de prévention et de protection, la probabilité d'occurrence de l'accident est ensuite déterminée via l'application de règles mathématiques simples :

- fonction « Ou » : les fréquences des évènements sont sommées,
- fonction « Et » : les fréquences des évènements sont multipliées,
- barrière : la fréquence est obtenue en multipliant la fréquence initiale par 10^{-NC} (la définition du niveau de confiance (NC) d'une barrière est précisée ci-après),

La probabilité d'occurrence ainsi obtenue est ensuite convertie en classe de probabilité d'occurrence annuelle définie dans l'arrêté du 29 septembre 2005 comme suit :

Classe de probabilité	E	D	C	B	A
Quantitative	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	

Tableau 6 : Classe de probabilité d'occurrence annuelle définie dans l'arrêté du 29 septembre 2005

I.1.2 EVALUATION DE LA PRISE EN COMPTE D'UNE MESURE DE PREVENTION OU D'INTERVENTION

Pour qu'une barrière puisse être retenue comme mesure de réduction des risques, celle-ci doit répondre à certains critères :

- **l'indépendance** : la barrière doit être indépendante du scénario d'accident sur lequel elle intervient ainsi que sur les autres barrières de sécurité intervenant sur le scénario,
- **l'efficacité** : la barrière doit être apte à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie,
- **le temps de réponse** : le temps de réponse de la barrière doit être adapté à la cinétique du phénomène dangereux,
- **la performance** : la performance de la barrière doit être maintenue dans le temps au travers de contrôle et maintenance adaptés.

Dans le cas où ces critères sont vérifiés, un niveau de confiance (NC) est alors attribué à la barrière suivant les critères définis au sein des référentiels :

- **Ω10** : Evaluation de la performance des Barrières Techniques de Sécurité (DRA-17-164432-10199B publié en mai 2018 par l'INERIS),
- **Ω20** : Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité (DRA-09-103041-06026B publié en septembre 2009 par l'INERIS).

I.2. COTATION DE LA CINETIQUE

Suivant l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique d'un accident est considérée lente « si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux. ».

En l'absence d'un plan d'urgence externe, la cinétique des accidents est considérée comme rapide dans la suite de l'étude.

I.3. ACCEPTABILITE DES ACCIDENTS

L'acceptabilité du scénario est ensuite étudiée suivant le couple gravité-probabilité de chaque accident majeur en le positionnant dans la matrice suivante extraite de la circulaire du 10 mai 2010 :

Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Non	Non	Non	Non	Non
Catastrophique	MMR Rang 1	MMR Rang 2	Non	Non	Non
Important	MMR Rang 1	MMR Rang 1	MMR Rang 2	Non	Non
Sérieux	Oui	Oui	MMR Rang 1	MMR Rang 2	Non
Modéré	Oui	Oui	Oui	Oui	MMR Rang 1

Légende :

Non : scénario non acceptable,

MMR Rang 1 / Rang 2 : scénario nécessitant la mise en œuvre de mesures de maîtrise complémentaires au regard des enjeux identifiés tout en restant dans des conditions économiquement acceptables,

Oui : scénario acceptable ne nécessitant pas la mise en place de mesures de maîtrise des risques supplémentaires.

Ainsi, les scénarios positionnés dans les cases bleues sont considérés comme acceptables au regard des enjeux et de la probabilité d'occurrence du scénario.

II. APPLICATION AU SITE

Pour rappel, 3 types d'évènement sont étudiés dans ce chapitre :

- les scénarios **d'accidents majeurs** d'émissions de fumées toxiques au sein des bâtiments de stockage. Ces scénarios ont été retenus bien qu'aucune cible n'est atteinte par ces effets.
- Les scénarios **d'accidents majeurs** d'explosion de silos (silos de 40 et 70 m³), et d'accidents (**non majeurs**) d'explosion de silos (silos de 12, 45 et 60 70 m³),
- Les scénarios d'accidents (**non majeurs**) d'explosion issus à des fuites de canalisation de gaz au sein du bâtiment.

II.1. CINETIQUE

Incendie

Compte tenu de l'absence de plan d'urgence externe, la cinétique des phénomènes d'incendie est considérée comme rapide. Toutefois, il peut être relevé que le développement d'un incendie au sein d'une zone de stockage nécessite plusieurs dizaines de minutes pour atteindre la puissance maximale de l'incendie. La durée d'incendie d'une zone de stockage est, quant à elle, estimée à environ 80 minutes (stockage des matières premières et 62/63 pour le bâtiment des produits finis.

Ces estimations de la durée d'incendie sont issues du rapport FLUMIlog de modélisation des effets thermiques.

Explosion

L'explosion se déroule en deux phases : l'atteinte d'une atmosphère explosible, l'inflammation retardée du nuage. L'inflammation retardée peut suivant les origines être de l'ordre de quelques secondes à plusieurs heures.

Une fois le phénomène d'explosion déclenché, les effets sont observés en quelques ms.

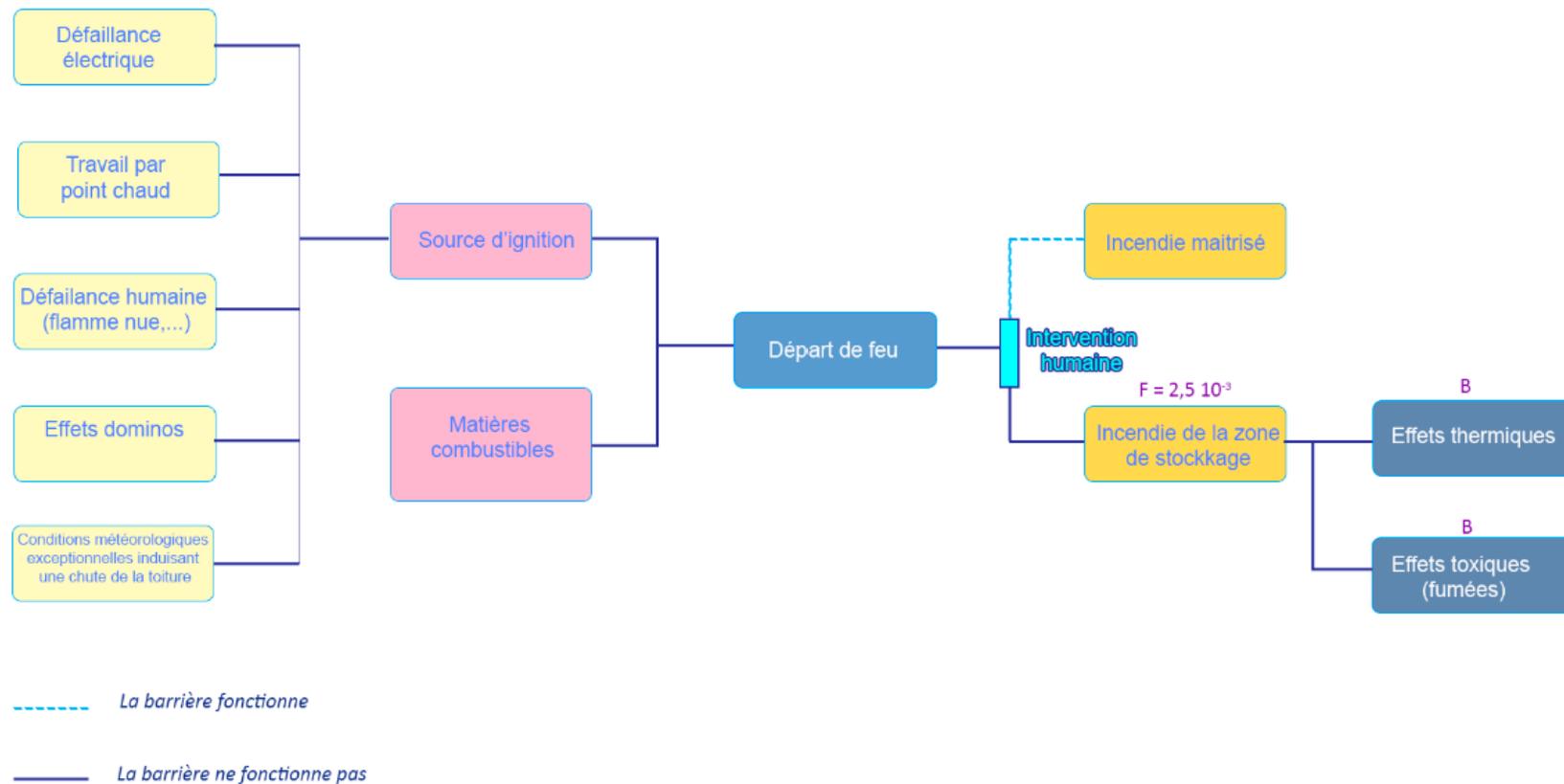
Ainsi, la cinétique globale des scénarios d'explosion retenue par la suite est rapide.

II.2. PROBABILITE D'OCCURRENCE DES ACCIDENTS

Incendie

Le scénario d'accidents majeurs identifié a comme évènement redouté central, un départ de feu.

Pour ce scénario d'accident, la probabilité d'apparition du phénomène dangereux a été déterminée à partir de la fréquence d'occurrence d'un évènement secondaire : l'incendie de la cellule. Cette fréquence est issue de la base de données internationale Handbook on Failure Frequencies (version 2009) : la probabilité d'occurrence annuelle d'un incendie au sein d'un bâtiment de stockage ne disposant pas d'un dispositif d'extinction automatique est de $2,5 \cdot 10^{-3}$ (par cellule).

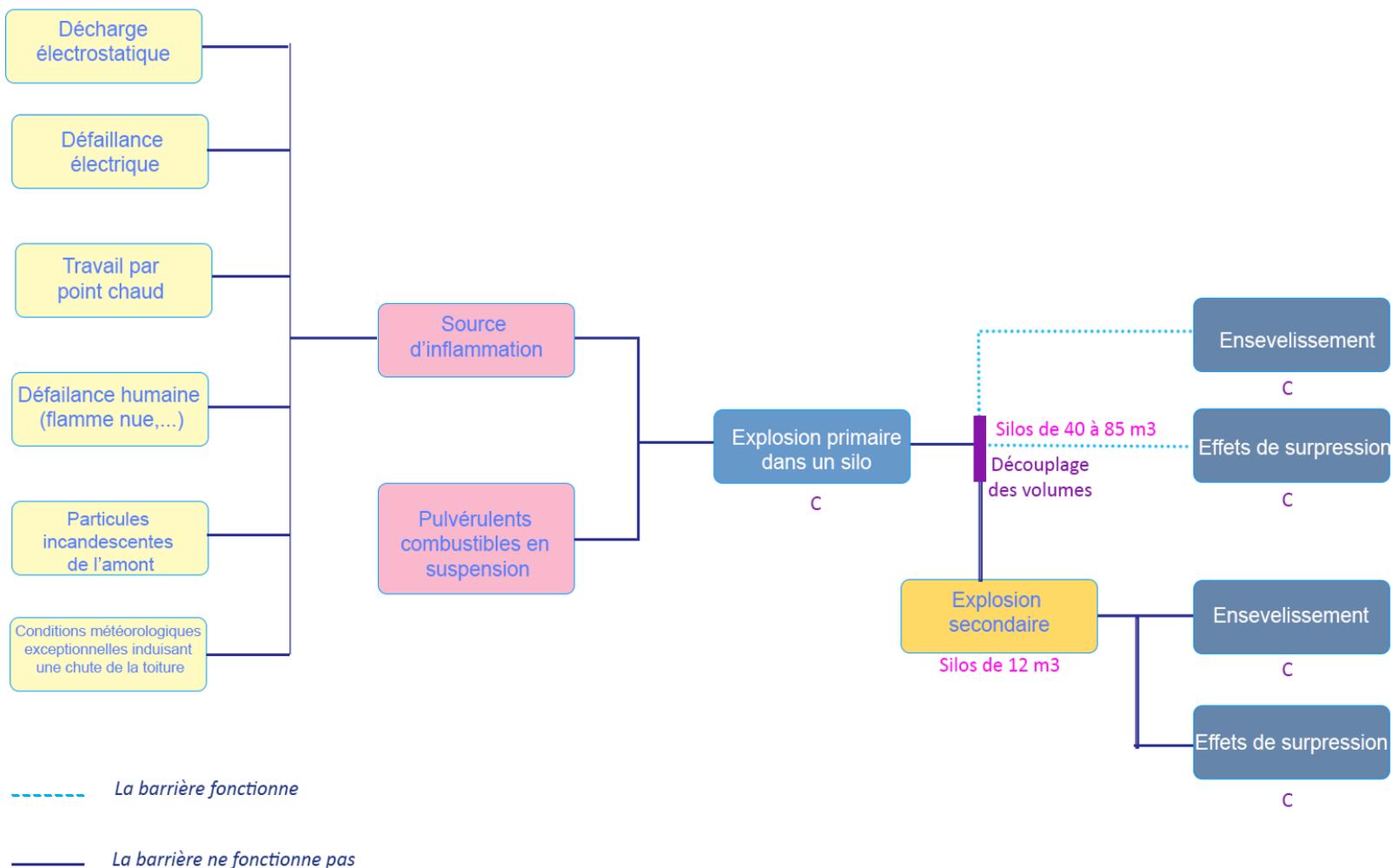


Précisons que les mesures organisationnelles humaines (première intervention) ne sont pas considérées comme des mesures de maitrises des risques puisque leur efficacité, leur temps de réponse ne peuvent permettre un tel classement.

On précisera qu'en l'absence de justification disponible de l'utilisation des règles de construction relatives aux conditions météorologiques locale, le logigramme ci-dessus intègre cet cause en tant qu'évènement initiateur pouvant générer un départ de feu suite à la chute de la toiture. Pour autant, la fréquence d'apparition d'un tel évènement s'avère plus faible que les autres évènements initiateurs retenus (défaillance humaine, points chaud). Par conséquent, les conditions météorologiques ne remettent pas en cause la probabilité globale des phénomène dangereux.

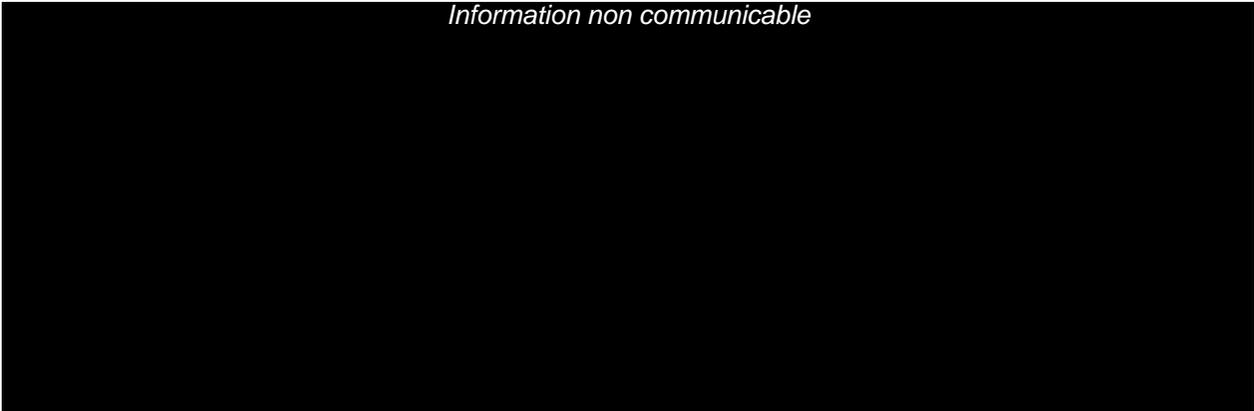
Explosion d'un silo

Au regard de l'accidentologie du secteur d'activités, le logigramme suivant présente une classe d'occurrence C comme probabilité d'apparition de l'évènement redouté central et de ses phénomènes dangereux associés.



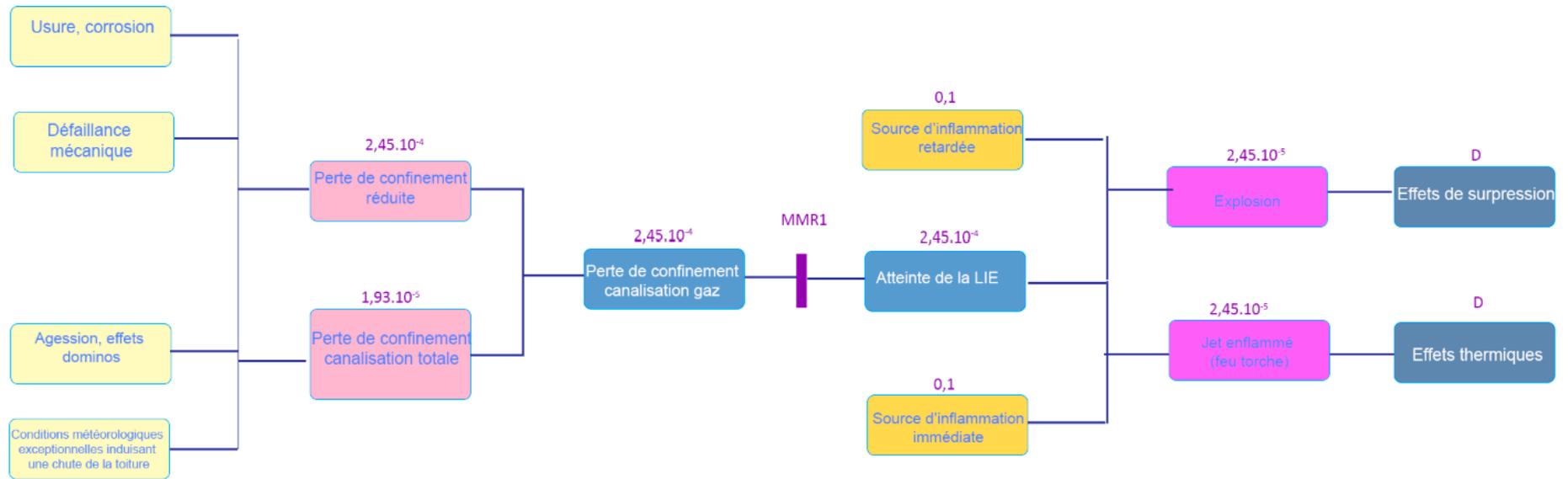
A l'instar du précédent scénario, les mesures organisationnelles humaines (consignes, procédures, etc.) n'étant pas considérées comme des mesures de maitrises des risques puisque leur efficacité, leur temps de réponse ne peuvent permettre un tel classement, elles ne sont pas reprises dans le logigramme ci-contre. Pour autant, ces mesures permettent de réduire la probabilité et les effets d'un tel accident. C'est pourquoi, bien que non présente dans le logigramme, elles sont reprises dans le tableau suivant :

Information non communicable



Explosion suite à une fuite de gaz naturel

Le scénario redouté est une fuite de gaz sur la canalisation des équipements de production au sein du bâtiment (local chaufferie ou production (Shuggi)).



Pour la détermination des fréquences apparaissant dans ce logigramme, les éléments suivants ont été considérées :

Type de fuite	Fréquence	Source	Fréquence retenue	Commentaires
Fuite (petite fuite) sur une canalisation aérienne	$2,8 \cdot 10^{-7}$ L/D Avec L longueur en mm et D : diamètre	Handbook Failures and frequencies	$2,45 \cdot 10^{-4}$ /an	L retenue de manière conservatrice à 100 m : 64 m arrondi à 70 m D : 89 mm de section la plus importante
Rupture sur une canalisation aérienne	$2,2 \cdot 10^{-8}$ L/D Avec L longueur en mm et D : diamètre		$1,93 \cdot 10^{-5}$ /an	
Inflammation immédiate	10^{-1} (Q < 1000 kg)	Dra 71 – Opération B – Rapport d'étude Ineris	10^{-1}	Suivant le TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek – Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique appliquée), le gaz naturel (composé de méthane) est un gaz peu réactif.
Inflammation retardée	10^{-1} (nuage contenu dans une zone non ATEX contenant de possible sources d'inflammation)		10^{-1}	

A l'instar des scénarios précédents, les mesures organisationnelles ne sont pas retenues. Pour autant dans ce scénario, une mesure de maîtrise des risques est retenue. Elle est présentée ci-après. Pour rappel, celle-ci sera prochainement installée sur site.

Identification	Mesures de maîtrise des risques	Type de barrières (technique / humaine)	Nature (Mesure active / passive)	Indépendance avec le phénomène	Efficacité	Temps de réponse	Maintien de la performance
----------------	---------------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	------------	------------------	----------------------------

Information non communicable

II.3. ACCEPTABILITE DES SCENARIOS D'ACCIDENTS

Les conclusions de ce chapitre sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Type d'effets	Phénomène dangereux	Gravité	Probabilité	Cinétique
Effets toxiques	Emissions de fumées toxiques suite à l'incendie du bâtiment de stockage des matières premières	Modérée	B	Rapide
	Emissions de fumées toxiques suite à l'incendie du bâtiment de stockage des produits finis	Modérée	B	Rapide
Effets de surpression	Explosion d'un silo de 70 m ³	Modérée	C	Rapide
	Explosion d'un silo de 40 m ³	Modérée	C	Rapide

Au regard du couple gravité-probabilité du scénario **d'accident majeur**, ces scénarios sont positionné dans la matrice d'acceptabilité définie dans la circulaire du 10 mai 2010 et présentée ci-après.

Pour rappel, les cases :

- « rouges » concernent des scénarios non acceptables,
- « oranges » concernent des scénarios nécessitant la mise en œuvre de mesures de maîtrise complémentaires au regard des enjeux identifiés tout en restant dans des conditions économiquement acceptables,
- « bleues » correspondent aux scénarios acceptables ne nécessitant pas la mise en place de mesures de maîtrise des risques supplémentaires.

Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré			Explosion d'un silo de 70 m ³ et 40 m ³	Emissions de fumées d'un incendie au sein des bâtiments MP ou PF	

Tableau 7 : Matrice d'acceptabilité des accidents majeurs

Il ressort de cette analyse que les seuls scénarios d'accidents majeurs sont considérés comme acceptables au regard des intérêts visés (gravité) et de leur probabilité d'occurrence.

On précisera que les scénarios **non majeurs** ne disposent pas de gravité, ils ne sont donc pas positionnés sur la grille de criticité ci-contre.

*Annexe 1 – Notes de calcul de prise en compte des conditions climatiques dans l'édification de certaines installations du site
(annexe confidentielle pour des raisons de sûreté)*

*Annexe 2 – Analyse du Risque Foudre et Etude technique,
DEKRA, aout 2022*

Annexe 3 : Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM)



Politique de Prévention des Accidents Majeurs

La société SERMIX exploite un établissement de fabrication de prémélanges d'additifs pour animaux (« premix ») sur la commune de LOUDEAC (département des Côtes d'Armor). Cet établissement réceptionne diverses matières premières, destinées à la préparation de mélanges. Ces « premix » sont ensuite expédiés sous forme conditionnée vers des sites d'alimentation animale (fabricants ou distributeurs).

L'établissement de Loudéac réalise ses opérations dans un souci permanent d'efficacité afin que soit assurée la sécurité des personnes travaillant au sein des installations, d'une part, et de celles séjournant dans son voisinage, d'autre part.

La Direction de l'établissement entend renforcer son engagement en matière de prévention des accidents majeurs, composante essentielle de notre organisation dans la perspective d'assurer la pérennité et le développement durable de nos activités.

Notre Politique de Prévention des Accidents Majeurs (P.P.A.M.), qui s'inscrit à part entière dans la Politique EHS du groupe ADM, s'est fixé les objectifs suivants :

- Mettre en place un **Système de Gestion de la Sécurité (S.G.S.)** adapté à ses opérations, évolutif et conforme à la réglementation ; en contrôler le fonctionnement,
- Obtenir la complète **adhésion de tout le personnel et l'implication de ses instances représentatives** vis-à-vis des aspects relatifs à l'hygiène, la sécurité et la protection de l'environnement
- Maintenir **un programme d'inspections** périodiques de ses installations et de ses activités
- **Améliorer en permanence la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs** en mettant en œuvre des mesures dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus

Pour atteindre ces objectifs, la PPAM s'appuie en priorité sur les moyens suivants :

- La définition des responsabilités en termes d'hygiène, de sécurité et d'environnement
- **La formation** aux procédures relatives à la gestion de la sécurité et de l'environnement de chaque salarié, adaptée à son niveau d'implication
- **Encourager la remontée des anomalies** ou dysfonctionnements
- **Contrôler et surveiller** nos stocks
- **Analyser systématiquement les retours d'expérience**, des incidents relatifs à la sécurité et à l'environnement, des audits internes, des audits du groupe et des inspections réalisées par l'Inspection des Installations Classées,
- Mettre à jour le **Plan d'Opération Interne** , le rendre opérationnel et faire des exercices périodiques en interne et avec le SDIS.

La Direction de l'établissement prend également en compte les risques de malveillance en renforçant la sûreté de l'établissement par un contrôle d'accès efficace et en limitant les accès aux installations.

Loudéac, le 18 Mars 2022

Matthieu DESBOIS
Directeur de site

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Desbois', written over a horizontal line.

Annexe 4 : Zones et emplacements des dispositifs de détection incendie

Annexe 5 : Résultat d'essai des poteaux incendie, 2024

Annexe 6 : Rapports FLUMIlog

Annexe 7 : Rapport de combustibilité des prémix

RAPPORT D'ESSAIS

02/02/2017

INERIS-DRA-16-163890-11116A

**Caractérisation expérimentale de la
combustion de prémélanges pour
animaux**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Caractérisation expérimentale de la combustion de prémélanges pour animaux

Client : AFCA

Liste des personnes ayant participé à l'étude : J.P. Bertrand, T. Durussel, C. Malvaux, S. Mania et G. Leroy

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

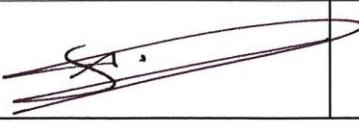
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Guillaume LEROY	Benjamin TRUCHOT	Stéphane DUPLANTIER
Qualité	Ingénieur Unité DIEM Direction des Risques Accidentels	Responsable de l'Unité DIEM Direction des Risques Accidentels	Responsable du pôle PHDS Direction des Risques Accidentels
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	5
1.1 Contexte de l'étude	5
1.2 Eléments contractuels	5
1.3 Organisation du document	5
2. METHODOLOGIE GENERALE.....	7
2.1 Présentation de la méthodologie.....	7
2.2 Description de la méthodologie	8
3. ESSAIS ONU N1	11
3.1 Description de l'essai	11
3.2 Résultats	12
3.3 Synthèse des essais ONU N1	13
4. ESSAI FLUMILOG	15
4.1 Présentation de l'installation expérimentale	15
4.2 Résultats expérimentaux.....	21
4.3 Synthèse de l'essai Flumilog.....	34
5. ESSAIS FPA.....	37
5.1 Présentation de l'installation expérimentale	37
5.2 Résultats expérimentaux.....	39
5.3 Synthèse des essais FPA	45
6. MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES SUR UN CAS TEST.....	49
6.1 Description de l'entrepôt considéré	49
6.2 Effets thermiques	49
6.3 Effets toxiques.....	50
6.4 Synthèse des modélisations.....	55
7. CONCLUSION.....	57
7.1 Synthèse des essais ONU N1	57
7.2 Synthèse de l'essai Flumilog.....	57
7.3 Synthèse des essais FPA	58
7.4 Synthèse sur les modélisations.....	59
8. REFERENCES	61
9. LISTE DES ANNEXES	63

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Suite à la mise en place de la nouvelle réglementation Seveso 3, et au regard du type de produits et des quantités stockés sur les sites de fabrication des premix et des compléments alimentaires pour animaux, (premix et compléments alimentaires sous forme de poudre et de granulés), le statut des industriels de la profession évoluerait du régime de l'autorisation à celui de régime Seveso seuil bas car les produits concernés contiennent différents additifs, notamment des oligo-éléments appartenant respectivement aux rubriques 4510 et 4511. Ce nouveau régime impose de mettre en place sur les sites des mesures organisationnelles et de maîtrises des risques adaptées, le risque principal induit par l'activité de stockage des produits étant l'incendie.

Dans une approche sécuritaire et afin d'optimiser les coûts de mise en place des mesures de sécurité sur leurs sites, les industriels souhaitent connaître le comportement au feu des premix et compléments alimentaires afin de mieux cibler les effets induits par un incendie d'un tel stockage.

1.2 ELEMENTS CONTRACTUELS

Cette prestation fait suite à :

- une proposition technique et financière référencée DRA-16-159253-00363B en date du 07/03/2016,
- une commande effectuée par la société AFCA et réceptionnée par l'INERIS le 10/06/2016,
- une proposition technique et financière référencée DRA-16-162299-05990A en date du 22/06/2016,
- une commande effectuée par la société AFCA et réceptionnée par l'INERIS le 27/06/2016,
- une proposition technique et financière référencée DRA-16-163890-08887A en date du 27/09/2016,
- une commande effectuée par la société AFCA et réceptionnée par l'INERIS le 29/09/16.

1.3 ORGANISATION DU DOCUMENT

Une approche enveloppe est mise en œuvre au moyen d'un protocole expérimental réalisé en plusieurs étapes afin de définir le comportement au feu d'un stockage de prémélanges pour animaux.

Il s'agit d'évaluer la propension d'un tel stockage à brûler, et le cas échéant, d'évaluer de manière précise les effets thermiques de l'incendie de ce stockage.

Par ailleurs, la nature des particules et des effluents gazeux émis est identifiée afin de caractériser les potentiels effets toxiques aigus et chroniques de l'incendie.

L'étude complète évalue les risques inhérents à l'incendie des produits concernés au moyen d'essais à petite échelle et à échelle réelle décrits à la suite.

Cette méthodologie s'est déroulée en 4 étapes :

- Des essais ONU N1 à échelle réduite permettant de définir le caractère inflammable ou combustible des échantillons testés. Cet essai a été réalisé sur 4 premix différents référencés premix 1, 2, 3 et 4,
- Un essai Flumilog à échelle réelle sur le produit ayant la teneur en matière organique la plus élevée (premix 1) afin de définir la puissance palette, la durée de combustion et la nature des effluents gazeux et particuliers émis,
- Des essais FPA sur 5 premix (premix 1, premix 2, premix 5, premix 6 et premix 7) ayant une teneur en matière organique de respectivement 57, 40, 30, 20, et 10 % afin d'évaluer l'impact de la teneur en matière organique sur le comportement du produit.
- Au regard des résultats obtenus, les distances d'effets thermiques et toxiques associées à l'incendie d'un entrepôt représentatif ont été évaluées.

La méthodologie est décrite plus en détails au chapitre 2. Les chapitres 3, 4 et 5 présentent et analysent les essais ONU N1, Flumilog et FPA respectivement,

Le chapitre 6 présente les modélisations des distances d'effets réalisées sur un cas test.

2. METHODOLOGIE GENERALE

2.1 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE

La méthodologie générale mise en œuvre par l'INERIS dans le cadre de cette étude est présentée sur la Figure 1.

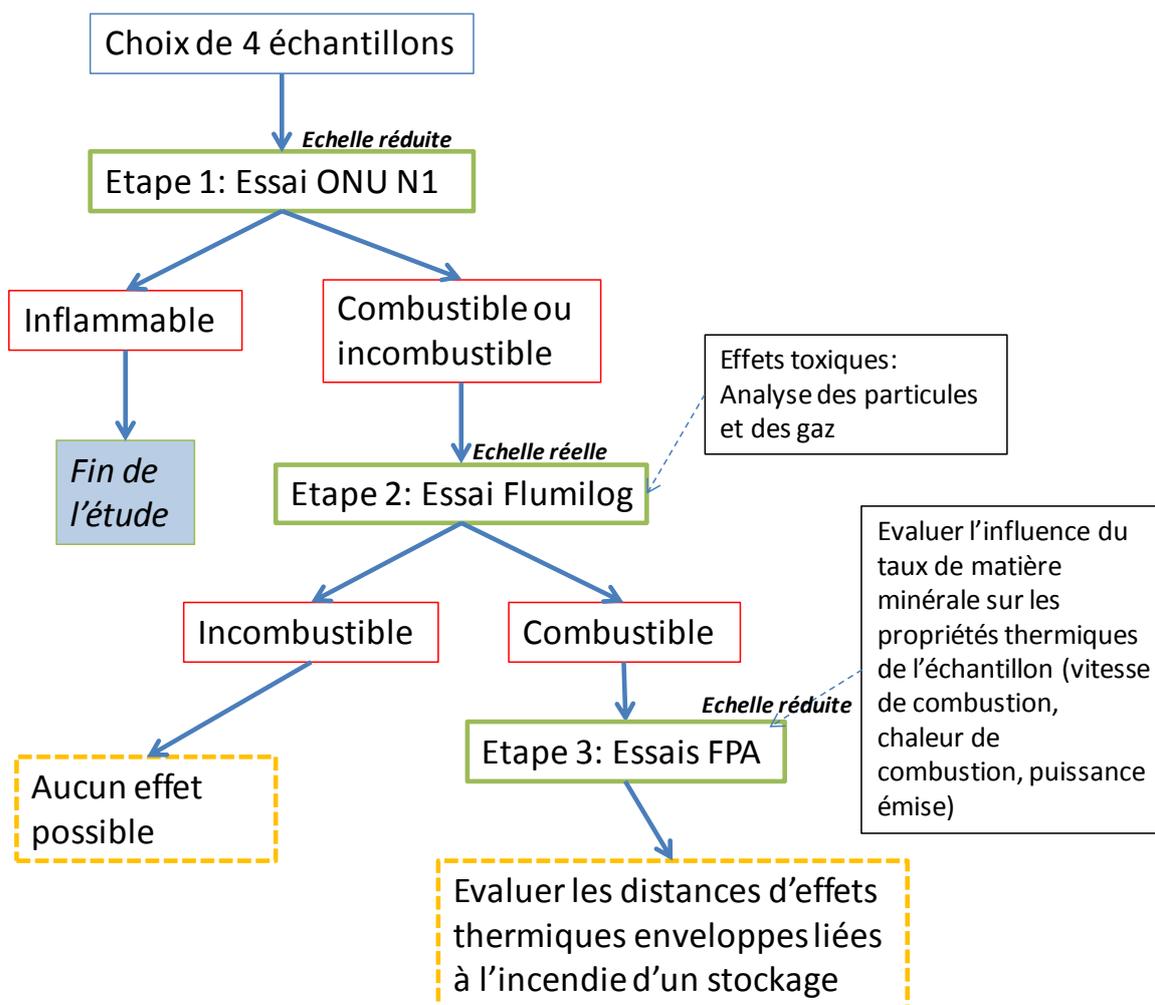


Figure 1 : Protocole expérimental

A noter que les essais ONU N1 ayant été concluants (produits non inflammables), il a été décidé de réaliser l'essai Flumilog à la suite. Ce dernier a toutefois montré que le produit testé ne pouvait pas être déclaré incombustible au sens de la note BRTICP/2011-331/AL_PB du 28/11/2011 et une nouvelle campagne d'essai à échelle réduite (essais FPA) a été nécessaire afin d'évaluer l'influence de la teneur en matière minérale sur le comportement thermique du produit. Dans une démarche logique, les essais FPA auraient pu être réalisés avant l'essai Flumilog.

2.2 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE

2.2.1 CHOIX DES ECHANTILLONS

Etant donné l'impossibilité de tester tous les mélanges présents sur les sites de fabrication, il est nécessaire au préalable de choisir des échantillons enveloppes pour lesquels l'incendie du stockage serait susceptible de conduire à des effets majorants, d'un point de vue thermique, mais également toxique. Les critères jugés les plus pertinents pour ces deux aspects sont les suivants :

- Ces échantillons doivent être suffisamment représentatifs de la liste de produits stockés par la profession,
- Ils doivent contenir du sulfate de manganèse et de l'oxyde de zinc, rubriques concernées par le changement de régime,
- Ils doivent se présenter sous la forme la plus aérée possible (autrement dit avec une granulométrie élevée), ce qui favorisera le développement du feu en cas d'inflammation,
- Ils doivent avoir une part organique importante.

4 échantillons ont été retenus par la profession pour les essais ONU N1 et 1 échantillon pour l'essai Flumilog, en accord avec l'INERIS. Pour cet essai, les produits ayant montrés des comportements similaires au cours des essais ONU N1, celui ayant le taux de produits organiques le plus élevé a été retenu afin de favoriser les effets thermiques.

2.2.2 ETAPE 1 - ESSAIS ONU N1

Il s'agit d'évaluer la propension des produits à propager l'incendie (au sens des recommandations de l'ONU). Le protocole expérimental normalisé ONU N1 a été appliqué sur les 4 échantillons retenus.

2.2.3 ETAPE 2 - ESSAIS FLUMILOG

Le protocole complet Flumilog permet de démontrer le caractère non combustible d'une palette de premix, ou dans le cas contraire, d'évaluer sa puissance et sa durée de combustion, valeurs à utiliser dans le cadre de l'évaluation des distances d'effets thermiques au moyen de la méthode Flumilog. Le produit retenu dans le cadre de ces essais a le taux de produits organiques le plus élevé afin de favoriser les effets thermiques.

Le protocole complet reproduit sur le site de l'INERIS http://www.ineris.fr/aida/sites/default/files/gesdoc/73123/Protocole_essais_V1.pdf est présenté sur la Figure 2.

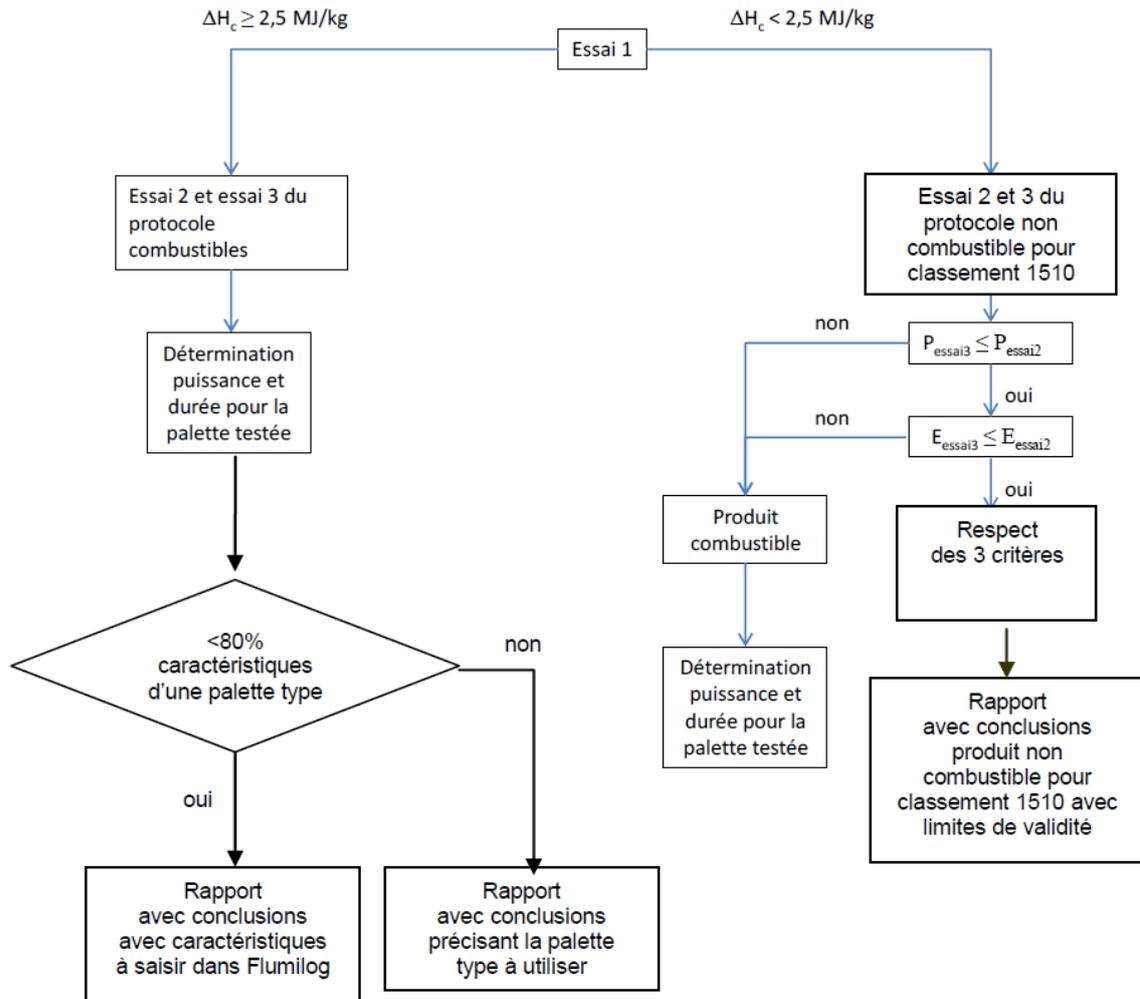


Figure 2 : Protocole complet de la méthode Flumilog

2.2.4 ETAPE 3 - ESSAIS FPA (FIRE PROGATION APPARATUS)

Cette étape concerne la réalisation d'essais à l'échelle d'un calorimètre réalisés selon la norme FPA ASTM 2058. 5 échantillons sont testés dont celui de l'essai Flumilog. Il s'agit ici d'évaluer l'influence du taux de produits organiques dans l'échantillon sur son comportement thermique. Les taux de produits organiques varient de 10 à 57%. Cette étape vient en complément par rapport à l'approche Flumilog.

2.2.5 ETAPE 4 – MODELISATION SUR UN CAS TEST

Les effets thermiques et toxiques associés à l'incendie d'un entrepôt stockant des prémélanges pour animaux sont modélisés. Il s'agit d'un cas test effectué sur un entrepôt aux dimensions et volume de stockage représentatifs. Les paramètres d'entrées tels que la puissance palette et les débits de production des effluents gazeux sont issus des essais réalisés au préalable.

3. ESSAIS ONU N1

3.1 DESCRIPTION DE L'ESSAI

3.1.1 PROTOCOLE

Le caractère inflammable du solide est évalué en caractérisant son aptitude à propager la combustion. Pour ce faire, le protocole ONU N1 est appliqué, selon les recommandations de l'ONU [1].

L'échantillon est déposé sous sa forme commerciale, en un cordon ou une trainée de poudre continue d'environ 250 mm de long sur 20 mm de large et 10 mm de haut sur une plaque non imprégnable, de faible conductivité thermique et maintenue à la température ambiante. La Figure 3 présente l'échantillon sur sa plaque avant essai.



Figure 3 : Echantillon avant essai

Une flamme chaude (température minimale de 1 000 °C) produite par un brûleur à gaz (diamètre minimal de 5 mm) est appliquée à une extrémité de l'échantillon jusqu'à ce que la matière s'enflamme, mais pendant une durée maximale de 2 min (ou de 20 min pour les poudres métalliques). Le brûleur utilisé est présenté sur la Figure 4.



Figure 4 : Photo du brûleur

On note si la combustion s'est propagée sur une longueur de 200 mm pendant la durée d'épreuve de 2 min (ou de 20 min pour les poudres métalliques). S'il n'y a pas inflammation de la matière, ni propagation de la combustion avec ou sans flamme sur les 200 mm de mesure pendant la durée d'épreuve de 2 min (ou de 20 min), la matière n'est pas à classer dans la catégorie des matières solides inflammables et n'a pas à être soumise à d'autres épreuves. S'il y a propagation de la combustion sur les 200 mm de mesure en moins de 2 min, ou respectivement en moins de 20 min, la matière doit être soumise au programme d'épreuve complet non décrit dans ce document. L'essai est réitéré 3 fois par échantillon.

Des critères de durée de combustion permettent ensuite de classer le produit dans la catégorie combustible ou inflammable, selon les recommandations de l'ONU.

Pour les produits testés dans le cadre de cette étude, en raison de la présence de poudre métallique, une durée d'application du brûleur de 20 minutes a été retenue.

3.1.2 ECHANTILLONS TESTES

4 échantillons ont été testés dans le cadre de cet essai normalisé. Les échantillons sont présentés dans le Tableau 1.

Nom	Premix 1	Premix 2	Premix 3	Premix 4
Aspect	Poudre beige	Poudre beige	Poudre beige	Poudre beige
% massique de matière organique dans l'échantillon	57	40	30	10

Tableau 1 : Présentation succincte des échantillons

3.2 RESULTATS

Les résultats des essais sont présentés dans le Tableau 2.

Nom	Premix 1	Premix 2	Premix 3	Premix 4
Durée de l'agression thermique (min)	20	20	20	20
Inflammation de la matière à l'arrêt du brûleur	NON	NON	NON	NON
Propagation de la combustion	NON	NON	NON	NON

Tableau 2 : Résultats

Les essais donnent lieu aux observations suivantes :

- Le comportement au feu des 4 échantillons est similaire,
- La flamme disparaît lorsque le brûleur est arrêté,
- La combustion ne se propage pas.

Aucun échantillon ne présente de propension à propager l'incendie. Les produits ne sont donc pas inflammables au sens des recommandations de l'ONU.

3.3 SYNTHÈSE DES ESSAIS ONU N1

Les principaux résultats des essais ONU N1 montrent :

- que les 4 échantillons ont un comportement similaire,
- qu'aucun échantillon ne présente de propension à propager l'incendie. Les produits ne sont donc pas inflammables,
- que la flamme disparaît immédiatement après l'arrêt du brûleur,

Les 4 échantillons ne sont donc pas inflammables au sens des recommandations de l'ONU [1].

Au regard de ces résultats, i.e. une absence totale de propagation de l'incendie, il a été décidé de vérifier le caractère incombustible à grande échelle. Le chapitre suivant présente le protocole d'essai Flumilog réalisé sur le produit prémix 1.

4. ESSAI FLUMILOG

4.1 PRESENTATION DE L'INSTALLATION EXPERIMENTALE

4.1.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais ont été réalisés dans la chambre 1 000 m³ de l'INERIS, représentée sur la Figure 5. La consigne de ventilation pour de tels essais était fixée autour de 20 000 Nm³/h.



Figure 5 : Chambre 1 000 m³ de l'INERIS et système de traitement des fumées

4.1.2 DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON TESTE

L'échantillon testé est constitué de 50 sacs de composants alimentaires pour animaux (appelés également premix) contenant chacun 20 kg de produit. Les sacs sont en plastiques type polypropylène et ont une masse unitaire de 125 g.

La masse totale et les masses des différents constituants de la palette échantillon sont synthétisées dans le Tableau 13.

Eléments de la palette échantillon	Palette Essai N°3
Palette bois	18,75 kg
Plastique (sacs contenant le premix)	6,25 kg
Masse totale de produit	1 000 kg
Masse totale	1 025 kg

Tableau 3 : Composition massique de la palette échantillon

La Figure 6 montre une photo de l'échantillon disposé dans la chambre d'essais. Les palettes en bois disposées latéralement constituent la charge calorifique décrite dans le paragraphe 5.1.3.1.



Figure 6 : Echantillon dans la chambre d'essais

La composition moléculaire de l'échantillon est présentée dans le Tableau 4.

Produit	%massique	Masse (kg)	Formule chimique	Principaux produits de décomposition thermique
Produits organiques divers dont 1 à 5% de Chlorure de choline	57	~600	$C_5H_{14}ClNO$ pour le chlorure de choline	CO_2 , CO , HCl , autres
Sulfate de manganèse monohydraté	~20	~200	$MnSO_4$	SO_2 (gaz) et Mn_3O_4 (résidu solide) entre 670 et 850°C [2] [6]
Oxyde de zinc monohydraté	~20	~200	$ZnSO_4$	SO_2 (gaz) et ZnO (résidu solide)

Tableau 4 : Composition moléculaire de l'échantillon

La matière organique est composée de :

- Remoulage,
- Vitamine E,
- Vitamine R,
- Chlorure de choline.

Les informations fournies ne permettent pas de détailler la formule chimique de l'ensemble des produits organiques. Il est toutefois admis que ces produits sont composés de carbone et d'hydrogène (éventuellement de l'Oxygène, de l'Azote et du Chlore) et sont susceptibles, en cas d'incendie, de produire majoritairement du CO₂ et du CO.

Les réactions théoriques qui régissent la décomposition thermique du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc à la stœchiométrie (c'est-à-dire pour l'équilibre des produits et des réactifs dans les réactions de combustion) sont les suivantes :



Au regard de ces réactions, les bilans de masse sont les suivants :

- 1 kg de MnSO₄ conduit à la formation de 0,5 kg de Mn₃O₄,
- 1 kg de ZnSO₄ conduit à la formation de 0,5 kg de ZnO.

Il n'est pas exclu que d'autres composés se forment selon les plages de température. Toutefois, concernant le MnSO₄, le principal composé produit entre 600 et 1 000°C est le Mn₃O₄, d'après [6].

4.1.3 ESSAIS REALISES

4.1.3.1 DESCRIPTION

Le protocole complet Flumilog consiste en la réalisation des 3 essais suivants :

- essai N°1 : essai de combustion de la palette seule avec pour seule source d'agression deux brûleurs gaz,
- essai N°2 : essai de combustion d'une charge calorifique calibrée,
- essai N°3 : essai de combustion de la palette agressée par une charge calibrée.

Le protocole complet est reproduit sur la Figure 2 et sur le site internet de l'INERIS :

http://www.ineris.fr/aida/sites/default/files/gesdoc/73123/Protocole_essais_V1.pdf

La Figure 7 illustre ce protocole.

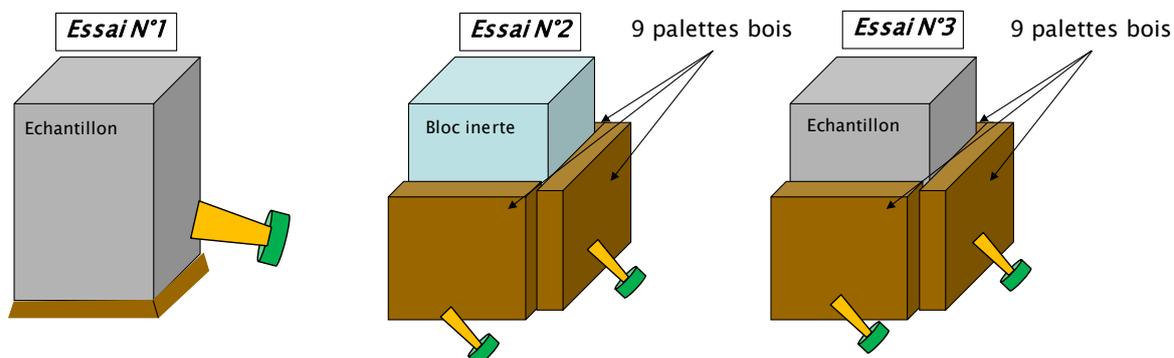


Figure 7 : Illustration du protocole Flumilog

Dans la présente étude, seuls les essais N°2 et N°3 ont été réalisés. La charge calorifique calibrée a consisté en 9 palettes en bois réparties sur 3 faces de l'échantillon et installées en position verticale. Dans le protocole Flumilog, cette charge calorifique représente celle liée à la combustion de l'échantillon seul établie lors de l'essai N°1. Ce dernier n'ayant pas été effectué, la charge calorifique est fixée forfaitairement à une valeur élevée pour simuler par exemple l'incendie d'un chariot élévateur.

A noter que cette charge calorifique serait représentative pour simuler un départ de feu dans un entrepôt mais par contre serait majorante pour représenter l'agression de l'incendie d'une palette échantillon sur une autre.

Les prélèvements des effluents gazeux et des métaux sous forme particulaire ont été effectués uniquement au cours de l'essai N°3 du protocole Flumilog.

4.1.3.2 INSTRUMENTATION

4.1.3.2.1 ASPECTS THERMIQUES

La Figure 8 présente la position des différents éléments ainsi que la métrologie mise en place lors des essais.

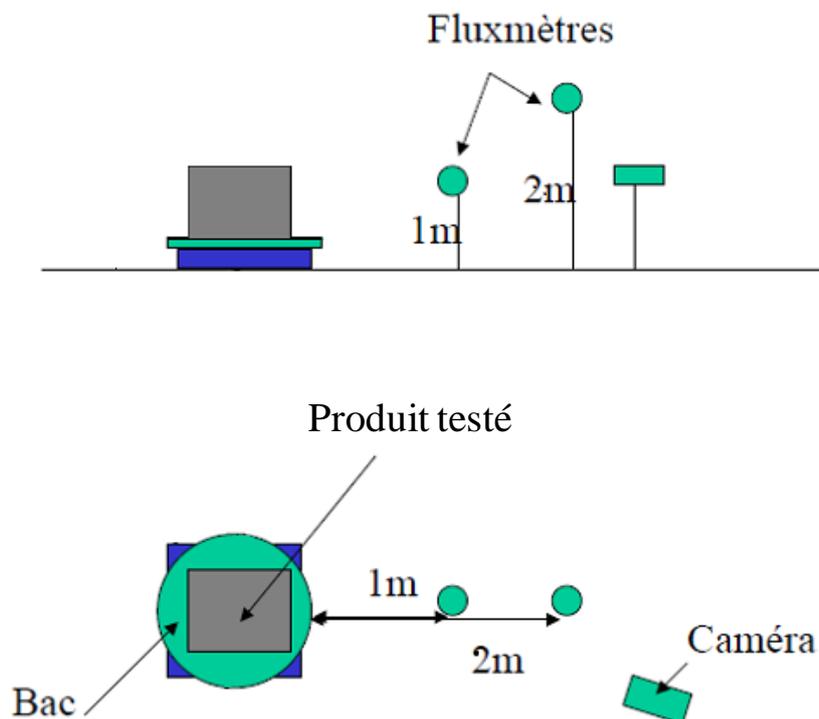


Figure 8 : Représentation schématique de la métrologie des essais

L'instrumentation mise en œuvre est constituée :

- de deux fluxmètres permettant de mesurer le flux thermique à 1 et 2 m de hauteur, placés respectivement à une distance de 1 et 2 m de l'échantillon sur la même face (gamme de flux 0-50 kW/m²),

- d'analyseurs gaz pour les mesures de concentration des fumées dans le panache (CO, CO₂ et O₂) permettant la détermination de la puissance du feu,
- de plusieurs caméras, dont une caméra thermique, filmant les essais et permettant, le cas échéant, de déterminer la hauteur de flamme.

4.1.3.2.2 SYSTEME DE PRELEVEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX ET METAUX SOUS FORME PARTICULAIRE

Les effluents gazeux et les métaux sous forme particulaire ont été prélevés le long de la gaine d'extraction au moyen respectivement d'un FTIR (Spectromètre InfraRouge à Transformée de Fourier) et d'un dispositif de prélèvement spécifique par barbotage.

Mesurage des effluents gazeux

Ce mesurage a été effectué au moyen d'un FTIR. Ce système d'analyse est basé sur l'absorption d'un faisceau infrarouge dans des longueurs d'ondes caractéristiques par les différents composants des fumées analysées. Il permet, via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans les mélanges gazeux. Pour cela, une partie des gaz de combustion est aspirée, filtrée et maintenue à 180 °C dans une cellule localisée dans l'appareil. Le FTIR est un instrument basé sur la technologie de l'interféromètre de Michelson.

Mesurage des concentrations en métaux lourds

Le dispositif de prélèvement est schématisé sur la Figure 9. Une ligne principale permet le piégeage des poussières et des fractions particulaires des métaux lourds, une ligne secondaire spécifique permettant le piégeage de la fraction gazeuse des métaux lourds.

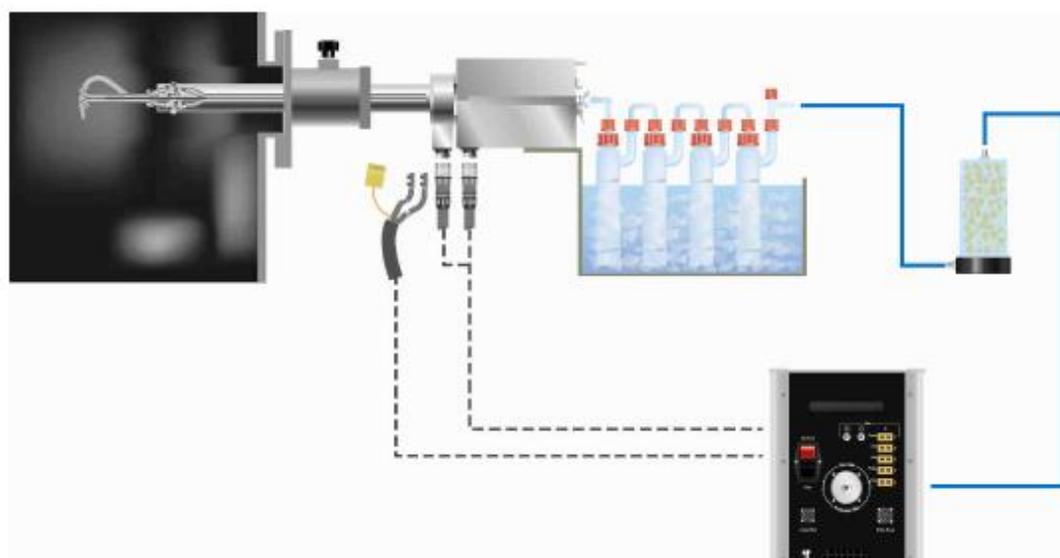


Figure 9 : Chaîne de prélèvement isocinétique

La méthodologie mise en œuvre est la suivante :

- Sur la ligne principale, l'échantillon de gaz est prélevé de manière isocinétique au moyen d'un ensemble de prélèvement en verre comprenant une sonde, un filtre-plan en fibres de quartz positionné hors du conduit, un compteur à gaz sec pour déterminer le volume de gaz échantillonné et une pompe dont le débit est régulé pour respecter l'isocinétisme. Le filtre plan permet de piéger les poussières et la fraction particulaire des métaux lourds.
- La fraction gazeuse des métaux lourds est piégée sur la ligne de prélèvement secondaire placée en aval du porte-filtre.
- En fin de prélèvement, le filtre et les solutions d'absorption sont conditionnés respectivement dans une boîte de Pétri en verre et dans des flacons en polyéthylène.
- La quantité de poussières piégée sur les filtres est déterminée par pesée des filtres avant et après prélèvement, après étuvage (1h à 180°C avant prélèvement et 1h à 160°C après prélèvement) et passage au dessiccateur.
- Les métaux lourds particuliers piégés sur le filtre sont analysés par ICP/MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) après minéralisation des filtres. L'extrait sec issu du rinçage de la sonde est repris pour être minéralisé et est analysé ainsi que les solutions d'absorption.

4.1.4 RAPPEL : CARACTERE NON COMBUSTIBLE AU SENS DU PROTOCOLE FLUMILOG

Selon la note BRTICP/2011-331/AL_PB du 28/11/2011, afin de démontrer la non-combustibilité d'un produit au sens du classement ICPE sous la rubrique 1510, il faut que le produit réponde aux critères suivants :

- Critère n°1 : L'essai N°1 du protocole Flumilog doit montrer que la chaleur de combustion du produit est inférieure à 2,5 MJ/kg,
- Critère n°2 : La puissance maximale émise lors l'essai N°3 doit être inférieure à celle émise lors de l'essai N°2.
- Critère n°3 : L'énergie totale dégagée lors de l'essai N°3 doit être inférieure à celle dégagée lors de l'essai N°2.

Les critères 2 et 3 permettent de montrer qu'une partie de l'énergie dégagée par la combustion de la charge calorifique est captée par l'échantillon.

La vision schématique de ce protocole est rappelée sur la Figure 10. Il s'agit d'une synthèse du schéma présenté sur la Figure 2 pour les produits non combustibles.

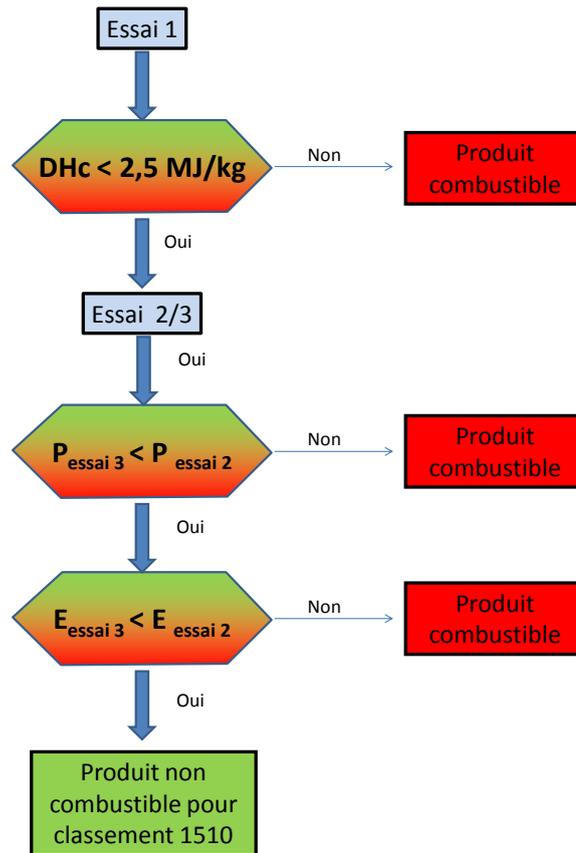


Figure 10 : Protocole de non-combustibilité d'un échantillon

4.2 RESULTATS EXPERIMENTAUX

4.2.1 METHODE CALORIMETRIQUE PAR METHODE DE MESURE DE L'OXYGENE CONSOMME (OC : OXYGEN CONSUMPTION)

La puissance de l'incendie peut être déterminée à partir de la consommation en O₂ suivant la formule suivante :

$$P(t) = \alpha_{O_2} \cdot \left[\frac{X_{O_2}^{A_0} - X_{O_2}^A}{1 - X_{O_2}^A} \right] \cdot \dot{m}_a \cdot \frac{M_{O_2}}{M_a} (1 - X_{H_2O}^0 - X_{CO_2}^0)$$

Dans cette relation, X_G représente la fraction molaire de l'espèce G , \dot{m}_a est le débit d'air incident et M_{O_2} et M_a sont les masses molaires respectives de l'oxygène et de l'air. La valeur moyenne de $\alpha_{O_2} = 13,1$ MJ/(kg de O₂ consommé). Cette valeur est une moyenne pour différents combustibles cités notamment par [3] ou [4]. Il est important, lors du calcul du taux d'oxygène, de tenir compte de la production de CO₂ par le foyer.

4.2.2 ESSAI N°1 : ESSAI SUR L'ECHANTILLON SEUL

Comme indiqué précédemment, cet essai n'a pas été réalisé. Cet essai a pour objectif :

- d'évaluer la propension de la palette à brûler sans agression calorifique extérieure (à l'exception du brûleur maintenu pendant 5 min),
- d'évaluer la chaleur calorifique de la palette.

Les résultats obtenus dans les essais N°2 et N°3 ont permis d'obtenir ces informations.

4.2.3 ESSAI N°2 : CALIBRATION DE L'AGRESSION

Il s'agit dans l'essai N°2 de caractériser l'agression thermique qui sera placée lors de l'essai N°3 à proximité de l'échantillon. Dans le cas présent, l'agression est réalisée au moyen d'une masse totale de 149,7 kg de bois, soit 50 kg par face environ ce qui représente une charge calorifique totale de 2700 MJ.

L'inflammation des palettes est réalisée à l'aide de trois petits brûleurs au propane d'une puissance unitaire de 20 kW.

La Figure 11 présente de manière schématisée l'organisation de l'Essai N°2.

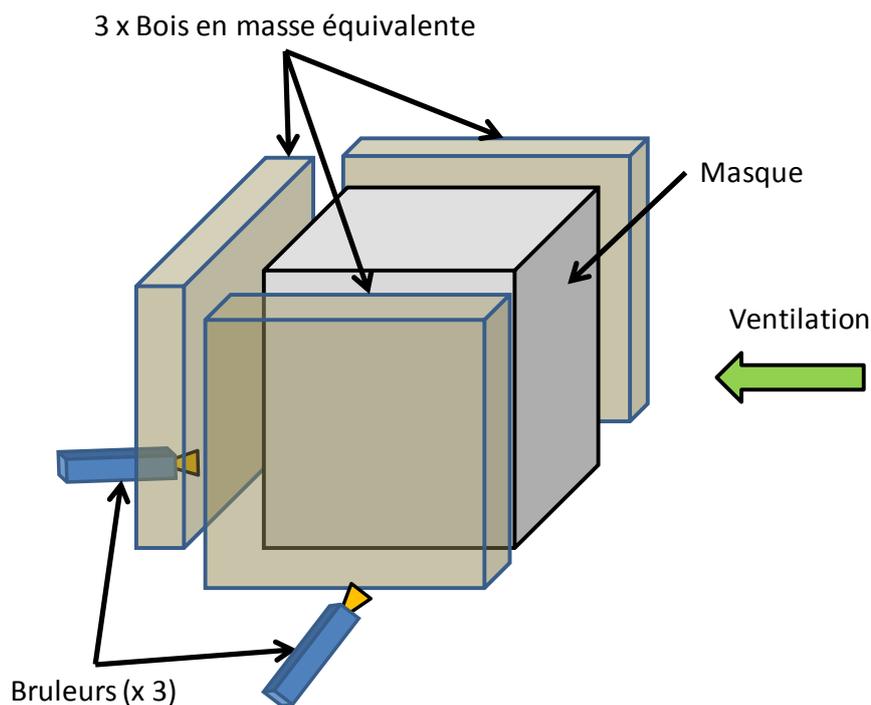


Figure 11 : Schématisation de l'essai N°2 avec brûleurs

La Figure 12 montre l'évolution de la puissance pour l'essai N°2 évaluée selon la méthode de calorimétrie par consommation d'oxygène (OC) [3] [4].

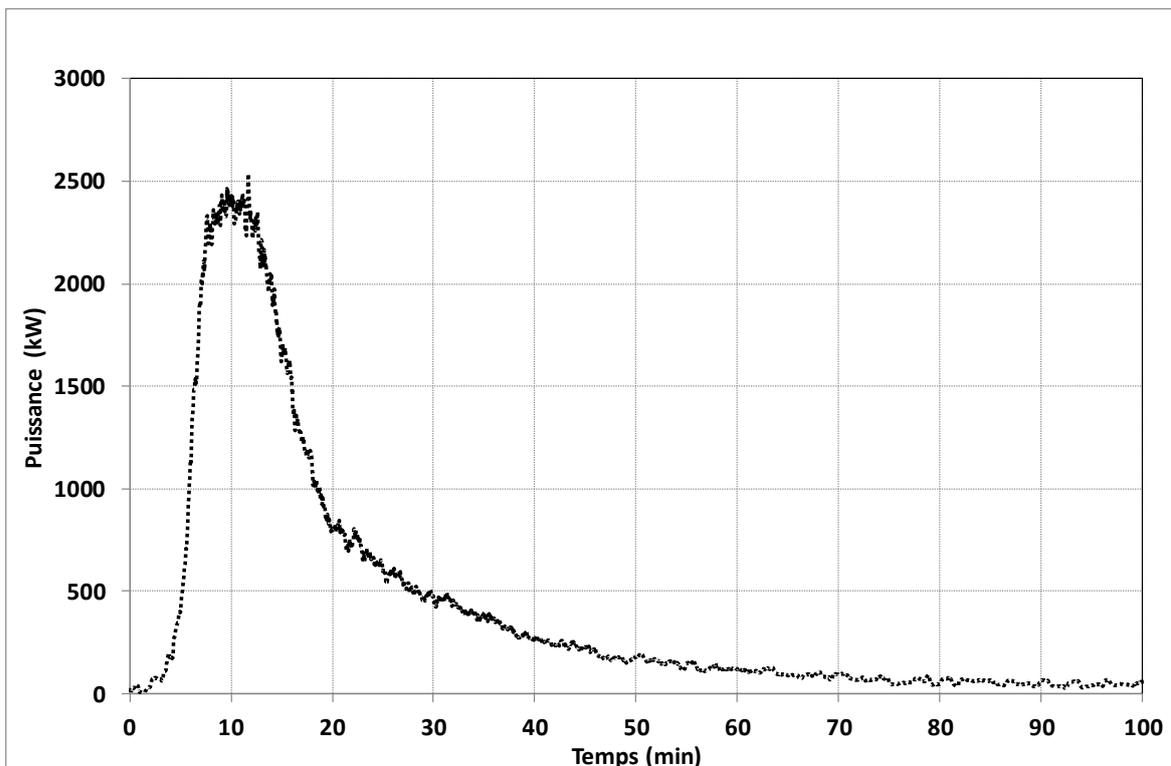


Figure 12 : Evolution de la puissance de l'agression retenue – Essai N°2

L'agression thermique est représentative d'un incendie de puissance moyenne susceptible de se produire dans un entrepôt de stockage (feu de chariot par exemple).

4.2.4 ESSAI N°3 : PALETTE EN CONFIGURATION DE STOCKAGE

4.2.4.1 PERTE EN MASSE

L'évolution de la masse de l'échantillon au cours du temps est présentée sur la Figure 13 sur une période de 50 h.

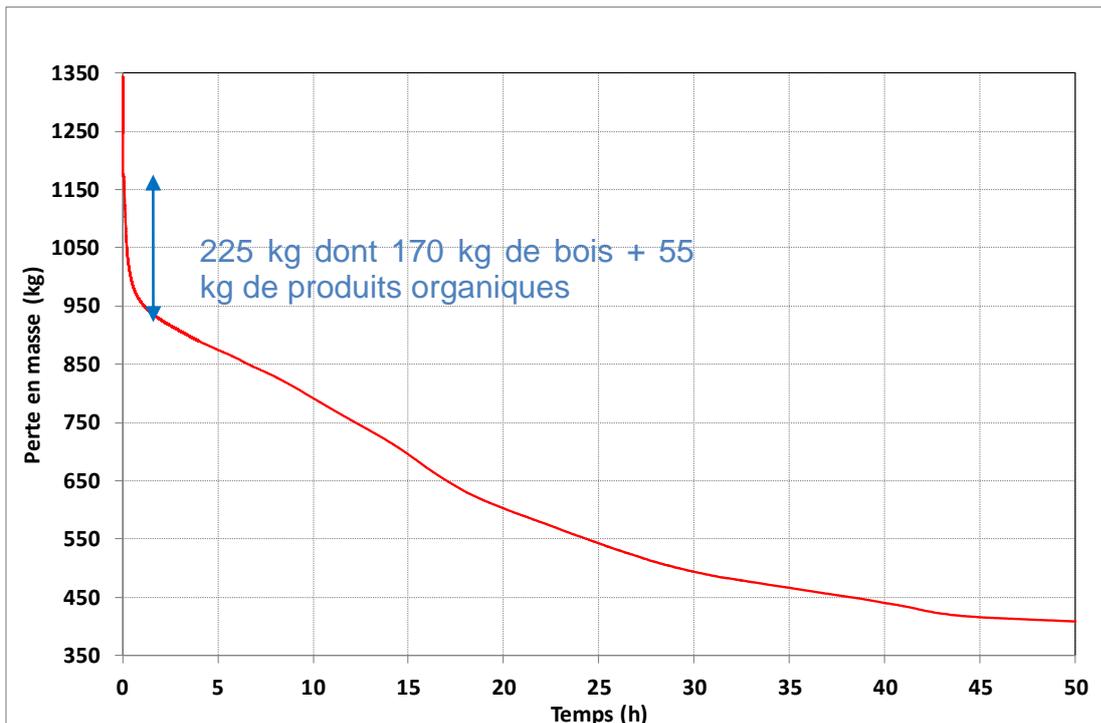


Figure 13 : Evolution de la perte de masse (haut : sur 50h, bas : sur 1h)

A l'exception de la première heure, au cours de laquelle se produit la combustion de la charge calorifique et d'une partie des composés organiques (environ 10%), la masse diminue lentement, sur une période de 50 h.

La Figure 14 présente la vitesse de combustion en $g/m^2/s$.

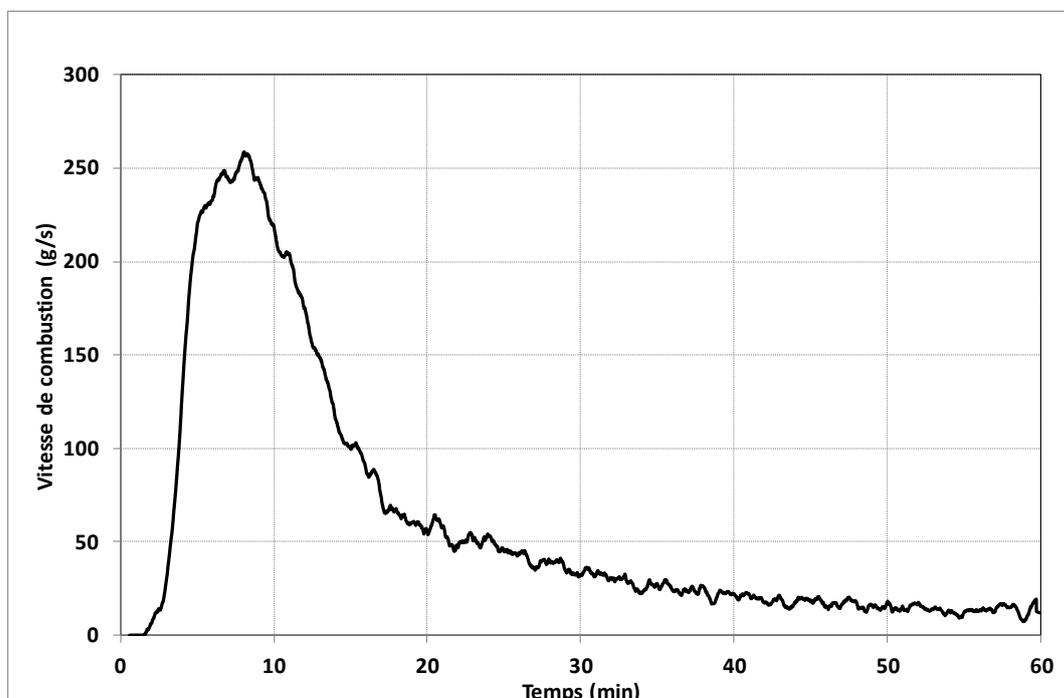


Figure 14 : Vitesse de combustion de l'échantillon au cours du temps (haut : sur 50h, bas : sur 1h)

Le pic de la vitesse de combustion est atteint après 7 min, lorsque le feu est à sa puissance maximale. Une vitesse de combustion moyenne de 5 g/m²/s, représentative d'un feu couvant, est atteinte après environ 2h d'incendie, après l'extinction de la charge calorifique (palettes bois).

Les différentes phases de l'incendie sont synthétisées dans le Tableau 5.

Phase	Période	Observation	Vitesse de combustion (g/m ² /s)
1	De 0 à 2h	Phase transitoire : Combustion de la charge calorifique et d'une partie de la matière organique (10% environ)	Décroissance de 250 à 5
2	De 2 à 20h	Phase stationnaire : combustion lente de l'échantillon	5
3	De 20 à 50h	Phase transitoire : décroissance et extinction	Décroissance lente de 5 à 0

Tableau 5 : Phases de l'incendie

La Figure 15 illustre les différentes phases de l'incendie.





Figure 15 : Les différentes phases de l'incendie : (1) phase transitoire initiale, (2) phase stationnaire, 3) Décroissance et extinction

Le bilan de masse est présenté dans le Tableau 15.

Matière	Masse initiale (kg)	Masse restante (kg)	% restant de la masse initiale de l'élément
Bois de palette	18,75	1	5*
Bois de charge calorifique	149,7	7	5*
Sac	6,25	0	0
Premix	1 000	400	40
Total	1174,7	408	35

Tableau 6 : Bilan de masse

*la valeur de 5% est obtenue à partir des résultats d'essais effectués antérieurement sur du bois de palette seul.

La masse restante issue de l'échantillon est obtenue à partir de la masse totale restante et de l'estimation de la masse de résidus issus du bois (palette + charge calorifique) basée sur la valeur de 5%. Les sacs contenant le premix se sont entièrement consumés. La Figure 16 présente la matière résiduelle après essai.



Figure 16 : Résidus

La masse finale de l'échantillon représente environ 400 kg, soit 40% de sa masse initiale. Elle est composée principalement :

- des produits de réaction de la dégradation thermique du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc (respectivement Mn_3O_4 et ZnO et autres),
- des résidus de la matière organique présente initialement dans l'échantillon. Les informations fournies ne permettent pas d'évaluer la nature de ces résidus.

Il est rappelé qu'au regard des réactions qui régissent la décomposition thermique du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc, les bilans de masse à la stœchiométrie sont les suivants :

- 200 kg de $MnSO_4$ conduit à la formation de 100 kg de Mn_3O_4 ,
- 200 kg de $ZnSO_4$ conduit à la formation de 100 kg de ZnO .

La masse finale mesurée est 2 fois plus importante que celle estimée (400 kg au lieu de 200 kg). Plusieurs raisons expliquent cet écart, et notamment :

- que la réaction de décomposition thermique des matériaux minéraux est incomplète et que d'autres produits non identifiés se forment lors de cette réaction. Une analyse complète des résidus permettrait de déterminer leur nature exacte.
- que la combustion des produits organiques conduit à la formation de cendres et de produits imbrulés.

4.2.4.2 FLUX RADIATIFS

Un flux radiatif mesuré à 1 m du foyer inférieur à $1,5 \text{ kW/m}^2$ indique une propagation improbable de l'échantillon en feu à son environnement. En effet cela met en évidence que le pouvoir émissif de la flamme est inférieur à 8 kW/m^2 ¹. La Figure 17 présente les flux mesurés à 1 et 2 m de la palette au cours de l'essai N°3.

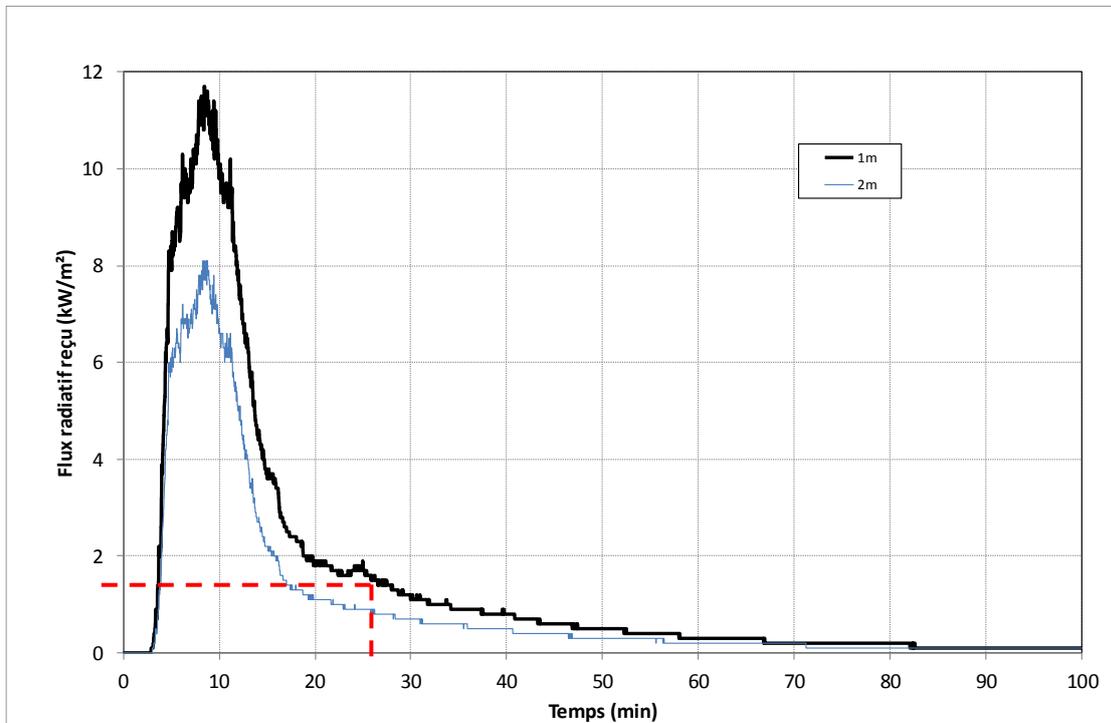


Figure 17 : Flux reçus à 1 et 2 m de la palette au cours de l'essai N°3

Le flux reçu à 1 m de l'échantillon en feu est inférieur à $1,5 \text{ kW/m}^2$ 27 min environ après le début de l'essai. La durée de combustion réelle de l'échantillon est donc fixée à 27 min. Il convient de souligner que cette durée correspond par ailleurs à celle pendant laquelle l'agression a une puissance supérieure à 500 kW.

¹ D'après le protocole DRA-13-133881-07549A

4.2.4.3 ANALYSE CALORIFIQUE

4.2.4.3.1 PUISSANCE EMISE

L'évolution de la puissance dégagée au cours de cet essai est indiquée par la courbe de la Figure 18. Sur ces courbes est également représentée la courbe de puissance obtenue lors de l'essai N°2. Les puissances ont été mesurées selon la méthode de calorimétrie par consommation d'oxygène (OC) [2] [3]. Il est rappelé que le coefficient retenu pour appliquer la méthode est 13,1 MJ/kg. A noter que ce coefficient est approprié pour mesurer la puissance émise par la combustion des produits organiques qui s'effectue dans la première phase de l'incendie de l'échantillon caractérisée par un feu vif. La validité de ce coefficient n'est plus assurée pendant la phase de feu couvant, après 1h d'incendie, car cette phase est caractérisée par les réactions d'oxydation des matières minérales. Une étude complémentaire, hors objet, serait nécessaire pour déterminer le coefficient adapté. La puissance maximale de l'incendie étant atteinte durant la première phase, cette analyse n'est pas nécessaire à la présente étude.

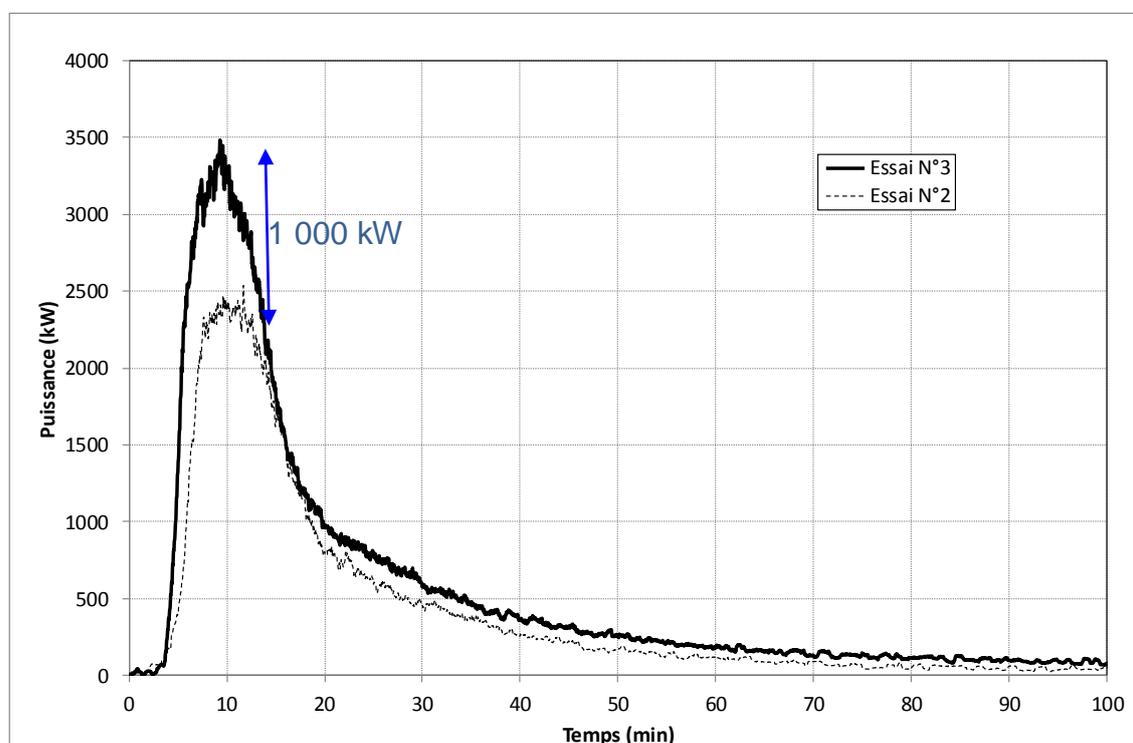


Figure 18 : Evolution de la puissance totale pour les essais N°2 et N°3

Ces graphes montrent que le pic de puissance mesuré lors de cet essai est supérieur à celui mesuré lors de la combustion de l'agression prise isolément. Ce point ne permet donc pas de valider le respect du critère n°2 du protocole d'incombustibilité de Flumilog. La palette de prémélanges pour animaux peut potentiellement dégager une puissance de 1 000 kW, différence entre le pic de puissance obtenu lors de l'essai N°2 et celui obtenu lors de l'essai N°3.

A noter que cette puissance de 1 000 kW est atteinte au cours de la phase d'agression de l'échantillon. Lorsque l'agression diminue, la puissance développée par la palette diminue très fortement (environ 100 kW).

4.2.4.3.2 ENERGIE DEGAGEE

La Figure 19 montre l'évolution de l'énergie dégagée au cours du temps. Les énergies ont été mesurées selon la méthode de calorimétrie par consommation d'oxygène (OC).

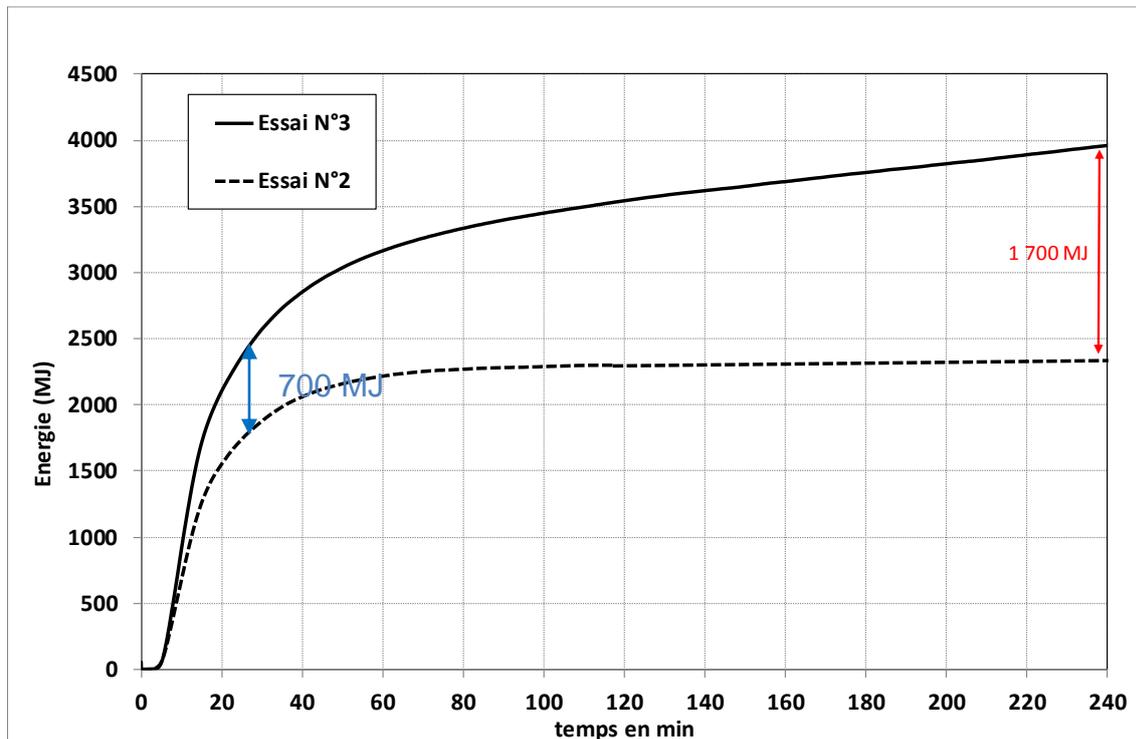


Figure 19 : Evolution de l'énergie totale émise lors des essais N° 2 et N°3

L'énergie totale dégagée lors de l'essai N°3 est supérieure à celle dégagée lors de l'essai N°2 ce qui met en évidence le fait que l'échantillon est susceptible de brûler. Ce point ne permet donc pas de valider le respect du critère n°3 du protocole. La chaleur de combustion émise par l'échantillon est égale à la différence entre les deux courbes, à savoir 1 700 MJ environ. A noter que cette énergie se dégage sur une durée importante. Après 27 minutes, durée retenue pour la phase de combustion vive, l'énergie dégagée est de 700 MJ ce qui représente 40% de l'énergie totale dégagée.

4.2.4.3.3 SYNTHÈSE DU PROTOCOLE FLUMILOG

Les résultats montrent que les critères n°2 et n°3 de la doctrine générale n°BRTICP/2011-331/AL-PB du 28/11/11 ne sont pas validés.

Il est noté toutefois que le critère n°1 est validé. En effet, la masse totale de la palette est de 1025 kg et l'énergie totale dégagée par la combustion de la palette (hors énergie dégagée par la combustion de la charge calorifique) est de 1 700 MJ. La chaleur de combustion est donc de 1,7 MJ/kg, valeur inférieure à 2,5 MJ/kg, premier critère de la note de doctrine générale pour valider la non combustibilité de l'échantillon au sens de la rubrique 1510.

La Figure 20 synthétise le cheminement suivi dans le cadre du protocole Flumilog, à ceci près que l'essai N°1 n'a pas été réalisé mais la chaleur de combustion a été déterminée au moyen des essais 2 et 3.

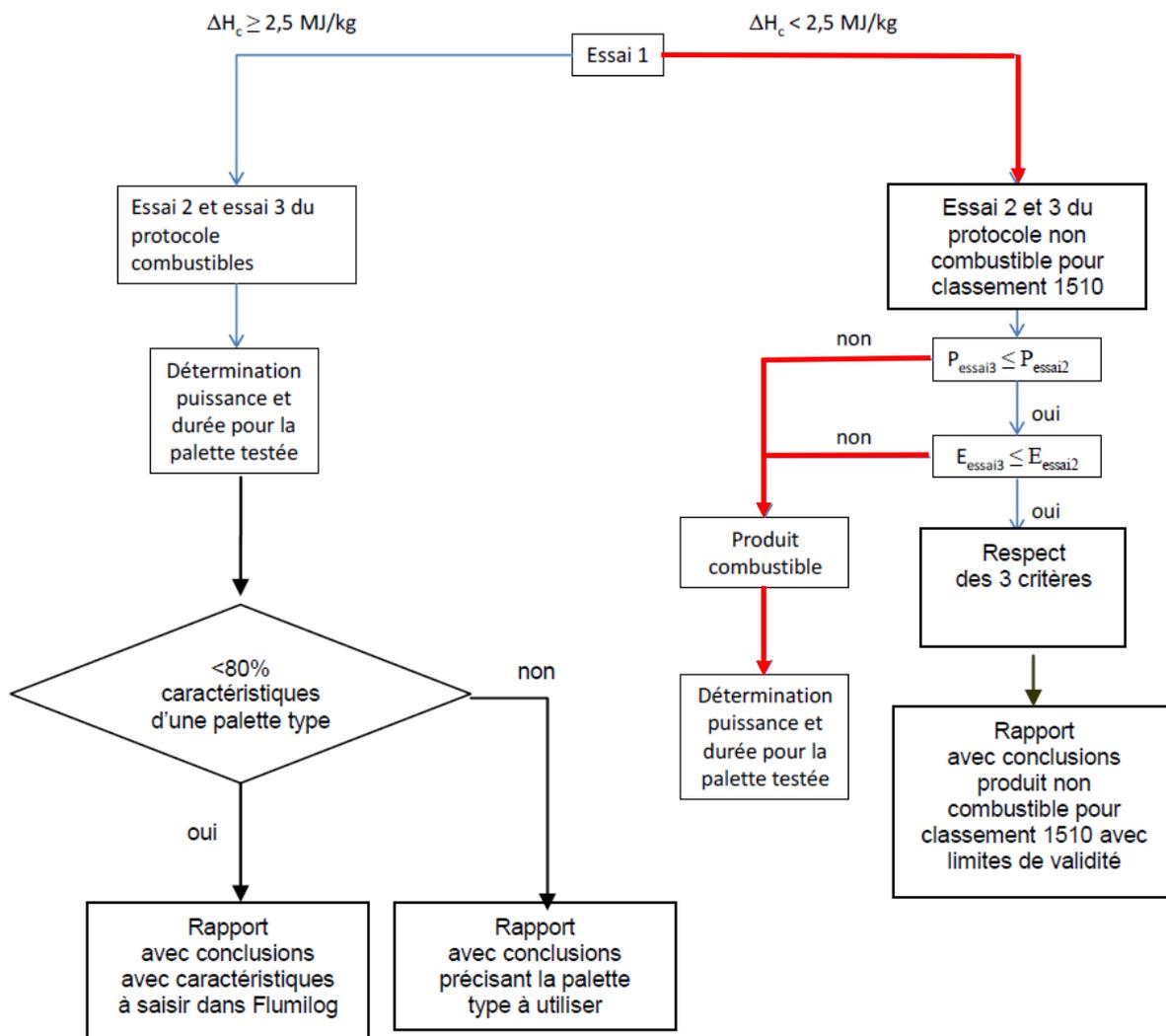


Figure 20 : Cheminement suivi dans le cadre du protocole Flumilog

Les résultats obtenus permettent de conclure à la combustibilité de la palette échantillon. La puissance et l'énergie mesurées lors de l'essai Flumilog sont rappelées sur la Figure 21.

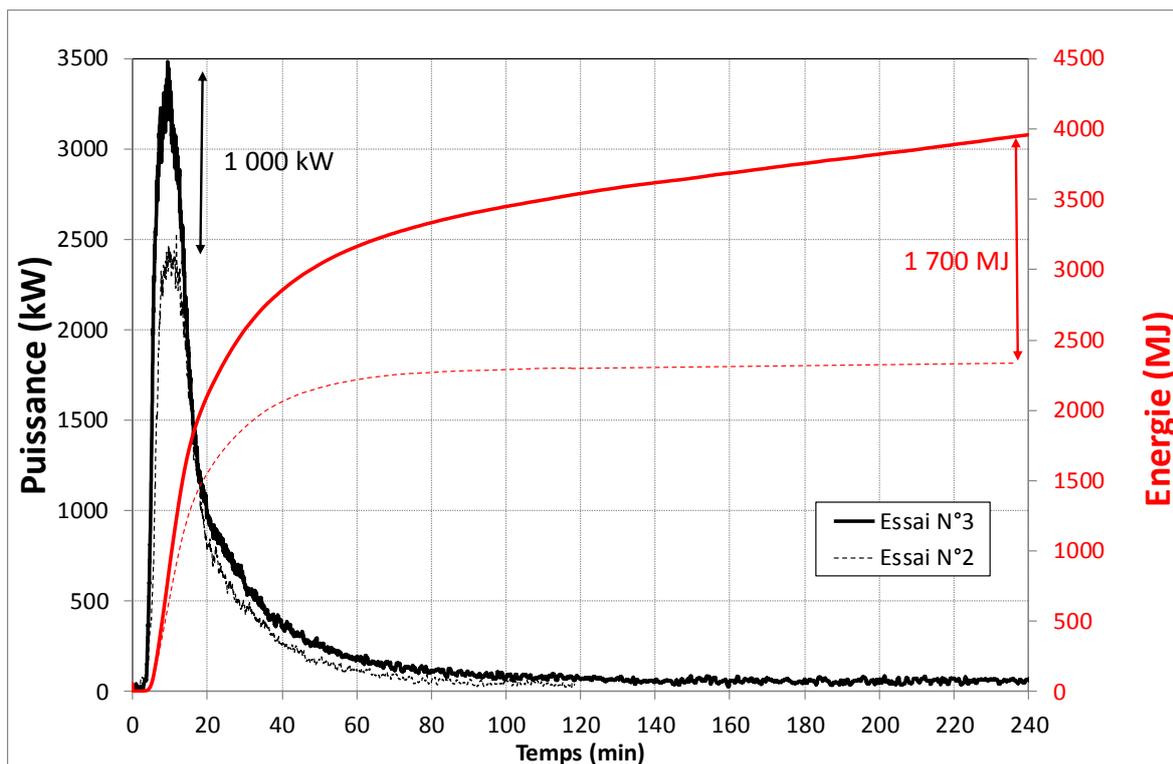


Figure 21 : Puissance et énergie mesurées lors de l'essai Flumilog

Les caractéristiques thermiques au sens de la méthode Flumilog sont présentées dans le Tableau 7.

Chaleur de combustion (MJ/kg)	1,7
Durée de combustion (min)	27
Puissance (kW)	1 000

Tableau 7 : Caractéristiques thermiques de l'échantillon au sens de la méthode Flumilog

4.2.4.4 EFFLUENTS GAZEUX ET METAUX SOUS FORME PARTICULAIRE

4.2.4.4.1 EFFLUENTS GAZEUX

La nature et la masse des effluents gazeux produits par la combustion d'une palette de premix 1 sont présentées dans le Tableau 8.

	Masse totale produite par l'échantillon uniquement (kg)	Masse de l'échantillon retenue (kg)	Taux d'émission (g/kg d'échantillon)
CO ₂	123	1025.0	120.14
CO	8		7.83
HCl	0.20		0.19
NO ₂	0.22		0.21
SO ₂	0.68		0.66

Tableau 8 : Masse d'effluents gazeux produits

La masse totale de CO₂ et de CO produite par l'échantillon a été obtenue en soustrayant la masse totale mesurée lors de l'essai N°3 par celle produite par l'incendie de la charge calorifique (9 palettes) obtenue lors de l'essai N°2.

Pour évaluer l'impact toxique des fumées issues de l'incendie d'un stockage d'aliments complémentaires pour animaux, il est nécessaire de modéliser leur dispersion. Un exemple de calcul est présenté dans le chapitre 1.

4.2.4.4.2 METAUX SOUS FORME PARTICULAIRE

La concentration de Zinc et de Manganèse contenus dans les fumées a été mesurée sur toute la durée de l'essai. Les métaux dans les fumées se présentent sous la forme d'une fraction gazeuse et particulaire. A noter que la fraction gazeuse représente moins de 1% des métaux.

Le Tableau 9 présente les résultats obtenus pour les taux d'émission par kg d'échantillon de premix, ces valeurs sont comparées à celles mesurées dans le bois naturel utilisé comme combustible dans les chaudières à bois [5].

Essais Flumilog - PREMIX								Référence BOIS
Métal	Durée de l'essai (min)	Débit m ³ /h	Quantité air totale (m ³)	Concentration métal mesurée (ug/m ³)	Masse totale (ug)	masse échantillon premix(kg)	Taux d'émission (mg/kg de premix)	Taux d'émission (mg/kg de bois naturel sec) [5]
Mn	324	20 000	108 000	18.6	2008800	1000	2.0	2.9
Zn				189.0	20412000	1000	20.4	7.2

Tableau 9 : Taux d'émission de métal mesurés

Les taux d'émission de Zinc et de Manganèse mesurés sur l'échantillon de premix sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés lors des essais effectués sur du bois pour chaudière et bien plus faibles que ce qui a pu être mesuré, par exemple, sur différents types de matières plastiques [7]. Cela s'explique en partie par le fait que les résidus de combustion contiennent une grande part des métaux du premix, mis en évidence par le bilan de masse présenté paragraphe 4.2.4.1.

Par conséquent, l'impact toxique sur l'environnement lié aux métaux lourds issus des fumées d'incendie de premix seraient donc du même ordre de grandeur que ceux associés à l'incendie de bois naturel. Les effets sur l'environnement associés aux métaux ne seront donc pas étudiés dans la suite du rapport.

Remarques :

- la combustion du bois de palette impliquée dans l'essai Flumilog (149,7 kg + 18,75 kg) est susceptible d'émettre une part non négligeable de produits métalliques, non mesurée dans l'étude. Cela renforce d'autant plus le fait que la teneur en particules de Mn et de Zn dans les fumées d'incendie de premix est non significative.
- En cas d'incendie d'un stockage de premix, les résidus devront être traités avec soin car ils seraient susceptibles d'avoir un impact chronique sur l'environnement.

4.3 SYNTHÈSE DE L'ESSAI FLUMILOG

Un essai Flumilog a été réalisé sur un échantillon de premix composé de 60% de produits organiques et d'environ 40% de matière minérale. Les caractéristiques de la palette testée sont rappelées dans le Tableau 10.

Éléments de la palette échantillon	Palette Essai N°3
Palette bois	18,75 kg
Plastiques (sacs contenant les premix)	6,25 kg
Masse de premix	1 000 kg
Masse totale de l'échantillon	1 025 kg

Tableau 10 : Caractéristiques de la palette de premix testée

Le premix seul se décompose tel que présenté dans le Tableau 11.

Produit	%massique	Masse (kg)	Formule chimique
Produits organiques divers dont 1 à 5% de Chlorure de choline	57	~600	C5H14ClNO pour le chlorure de choline
Sulfate de manganèse monohydraté	~20	~200	MnSO4
Sulfate de zinc monohydraté	~20	~200	ZnSO4

Tableau 11 : Composition moléculaire de l'échantillon

Les caractéristiques des produits organiques n'ont pas été fournies.

Lors de cet essai, ont été mesurées :

- les caractéristiques thermiques de la palette, notamment sa vitesse, sa chaleur et sa durée de combustion,
- la nature et le taux d'émission des effluents gazeux émis,
- le taux d'émission des particules de Zinc et de Manganèse émises.

4.3.1 EFFETS THERMIQUES

Les résultats obtenus permettent de conclure à la combustibilité de la palette échantillon. Les caractéristiques thermiques au sens de la méthode Flumilog sont rappelées dans le Tableau 12.

Chaleur de combustion (MJ/kg)	1,7
Durée de combustion (min)	27
Puissance (kW)	1 000

Tableau 12 : Caractéristiques thermiques de l'échantillon

4.3.2 EFFETS TOXIQUES

Afin d'évaluer les effets toxiques aigus liés à l'incendie d'un stockage de palettes de premix, un scénario est modélisé dans le paragraphe 6.3. Il a été démontré que les taux d'émission de Zn et de Mn liés à l'incendie d'un stockage de premix seraient du même ordre de grandeur que ceux liés à un feu de bois naturel. En cas de sinistre d'un tel stockage, il conviendrait de traiter avec soin les résidus formés par l'incendie car ils seraient susceptibles d'avoir un impact chronique sur l'environnement, la majorité des métaux étant présents après incendie, sous forme de résidu.

5. ESSAIS FPA

Ces essais ont pour objectif de comparer le comportement au feu de 5 échantillons contenant respectivement 10, 20, 30, 40 et 57% de matière organique. Ce chapitre s'attache à montrer l'impact du taux de matière organique sur la puissance développée par la combustion des échantillons.

5.1 PRESENTATION DE L'INSTALLATION EXPERIMENTALE

5.1.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La Figure 22 présente le schéma d'installation du FPA ainsi que les différents équipements permettant de caractériser les fumées.

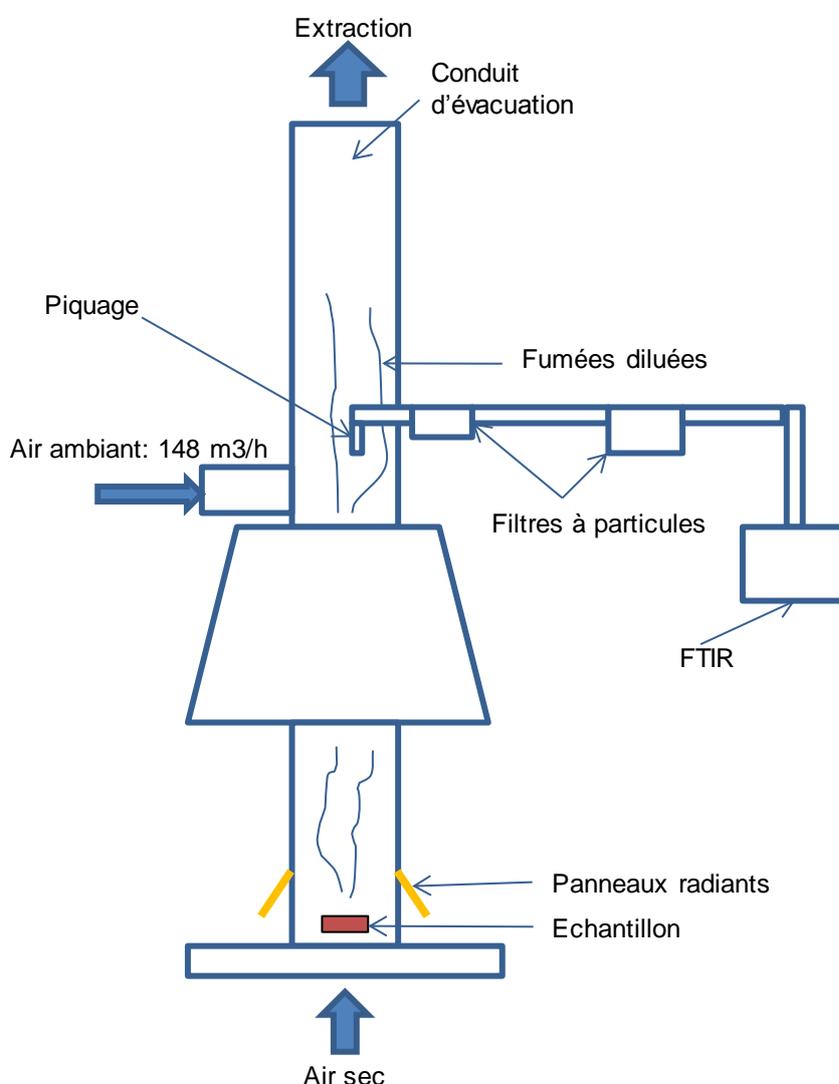


Figure 22 : Schéma du FPA et du système de prélèvement des effluents gazeux

L'échantillon est placé dans une coupelle située au centre du calorimètre. L'air est injecté en amont à un débit de 12 Nm³/h complété par un deuxième débit de dilution de 148 Nm³/h en aval de la zone de combustion (Cf. Figure 22). L'échantillon est chauffé à l'aide de quatre panneaux radiants émettant un flux radiatif fixé. Les fumées issues de la dégradation sont collectées dans le conduit de cheminée. Il est à noter que l'air injecté en amont est sec, c'est-à-dire dépourvu de vapeur d'eau, alors que l'air de dilution est de l'air ambiant.

Le système d'analyse de gaz est décrit dans le paragraphe 5.1.3.2.

5.1.2 DESCRIPTION DES ECHANTILLONS TESTES

50 g d'échantillons sont disposés dans une coupelle et testés au calorimètre. Les essais sont répétés 2 fois.

Les teneurs en produits organiques et minéraux des échantillons sont présentées dans le Tableau 13.

Echantillon	Premix 1	Premix 2	Premix 5	Premix 6	Premix 7
Taux de matière organique (% massique)	57	40	30	20	10
Taux de minéraux (% massique)	43	60	70	80	90

Tableau 13 : Teneur en produits organiques et minéraux

Le produit Premix 1 est celui testé dans le cadre de l'essai Flumilog. Il s'agit ici de comparer le comportement thermique du Premix 1 par rapport aux autres échantillons, à l'échelle du calorimètre.

Les informations fournies ne permettent pas de détailler la formule chimique des produits organiques. Il est toutefois admis que ces produits sont composés de carbone et d'hydrogène (éventuellement d'oxygène, d'azote et de Chlore) et sont susceptibles, en cas d'incendie, de produire du CO₂ et du CO principalement.

Au regard des réactions qui régissent la décomposition thermique du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc, les bilans de masse à la stœchiométrie sont les suivants, pour des réactions complètes :

- 1 kg de MnSO₄ conduit à la formation de 0,5 kg de Mn₃O₄,
- 1 kg de ZnSO₄ conduit à la formation de 0,5 kg de ZnO.

5.1.3 ESSAIS REALISES

5.1.3.1 DESCRIPTION

L'échantillon est placé dans une coupelle de 88 mm de diamètre séparé du socle par un isolant. Il est agressé thermiquement au moyen de panneaux radiants dont les flux radiatifs sont imposés à 50 kW/m² pendant 15 min. Pour assurer l'inflammation des vapeurs inflammables émises par la dégradation thermique de

l'échantillon, un arc électrique est maintenu jusqu'à inflammation. Les grandeurs caractéristiques (concentration des gaz émis et masse de l'échantillon) sont mesurées pendant 30 min.

5.1.3.2 INSTRUMENTATION

L'instrumentation consiste en :

- une balance pour suivre la masse de l'échantillon au cours du temps,
- un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR). Ce système est basé sur l'absorption d'un faisceau infrarouge dans des longueurs d'ondes caractéristiques par les différents composants des fumées analysées. Il permet, via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans les mélanges gazeux. Pour cela, une partie des gaz de combustion est aspirée, filtrée et maintenue à 180 °C dans une cellule localisée dans l'appareil. Le FTIR est un instrument basé sur la technologie de l'interféromètre de Michelson.
- Ces analyseurs CO, CO₂ et O₂.

5.2 RESULTATS EXPERIMENTAUX

5.2.1 ANALYSE THERMIQUE

5.2.1.1 PRINCIPALES OBSERVATION

Pour chaque test, 3 phases sont identifiées :

- phase d'allumage,
- phase d'inflammation,
- phase de décroissance.

Le Tableau 14 présente les principales observations effectuées au cours des essais.

Echantillon	Premix 1	Premix 2	Premix 5	Premix 6	Premix 7
Durée d'inflammation (s)	66	63,5	70	63,5	87
Taille maximale de la flamme (cm)	15	11	8	6	3
Durée de persistance de la flamme après inflammation (min)	12,5	10,5	9	8	4,5

Tableau 14 : Principales observations

Les résultats du tableau appellent les remarques suivantes :

- la durée d'inflammation tend à augmenter avec le taux de matière minérale.
- plus la teneur en matière organique est faible, plus la hauteur et la durée de persistance de la flamme est faible.

5.2.1.2 PERTE EN MASSE

L'évolution de la masse des échantillons au cours du temps sur une période de 30 min est présentée sur la Figure 23.

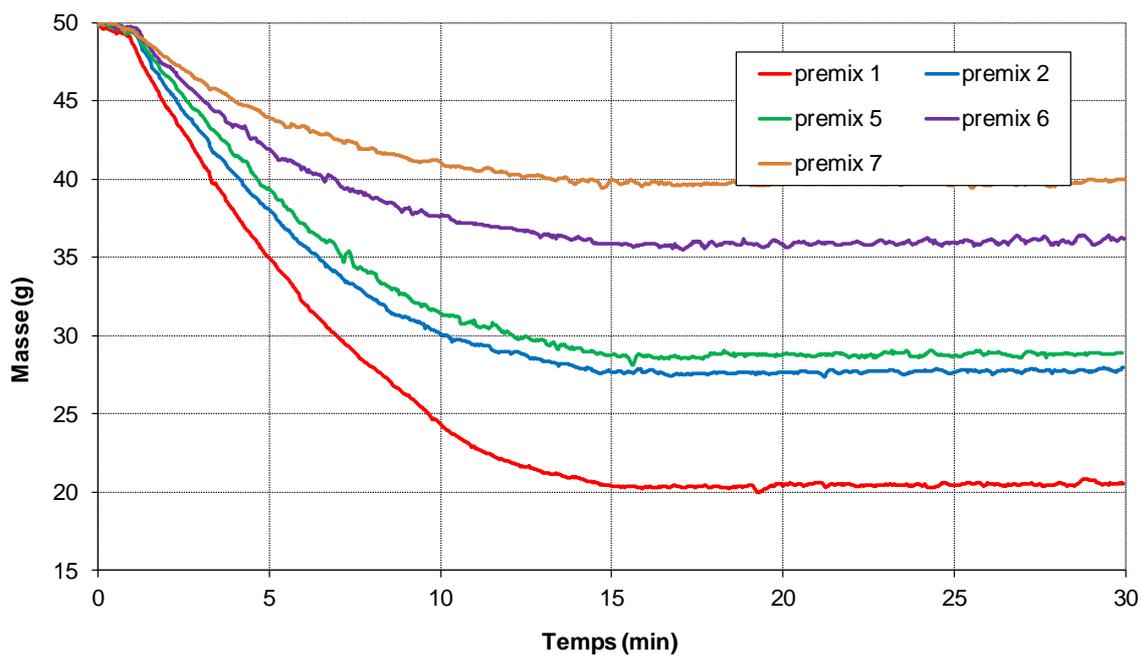


Figure 23 : Evolution de la perte de masse

La tendance des courbes de perte de masse en fonction du taux de produits organiques dans les échantillons est respectée. La masse restante est composée de matière résiduelle détaillée plus loin.

La Figure 24 présente la vitesse de combustion maximale en $g/m^2/s$ observée quelques minutes après l'inflammation de l'échantillon.

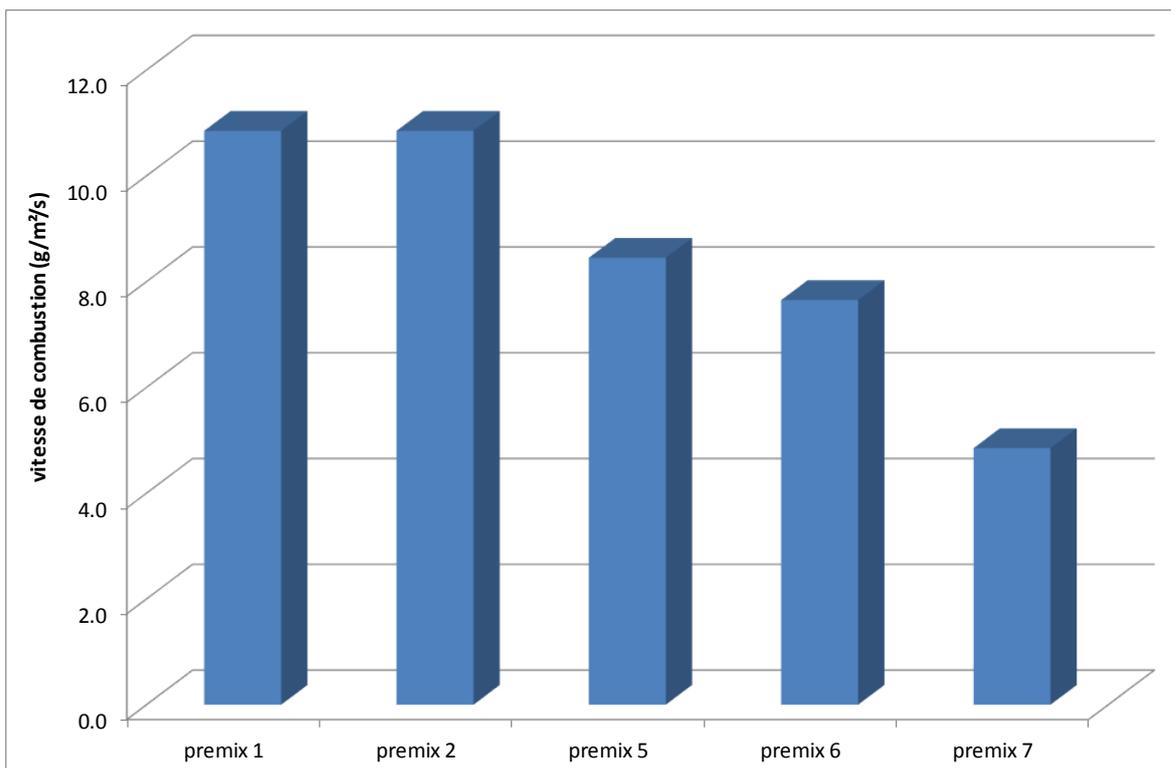


Figure 24 : Vitesse de combustion maximale de l'échantillon

A l'exception des Premix 1 et 2, le graphe de la Figure 24 montre une décroissance de la vitesse maximale de combustion en fonction du taux de produits organiques.

Le bilan de masse est effectué dans le Tableau 15.

Matière	Premix 1	Premix 2	Premix 5	Premix 6	Premix 7
Masse initiale (g)	50	50	50	50	50
% initial de matière organique	57	40	30	20	10
% initial de matière minérale	43	60	70	80	90
% de matière résiduelle par rapport à la masse initiale de l'élément	46	55	64	72	81

Tableau 15 : Bilan de masse

La Figure 25 présente la matière résiduelle après essai.

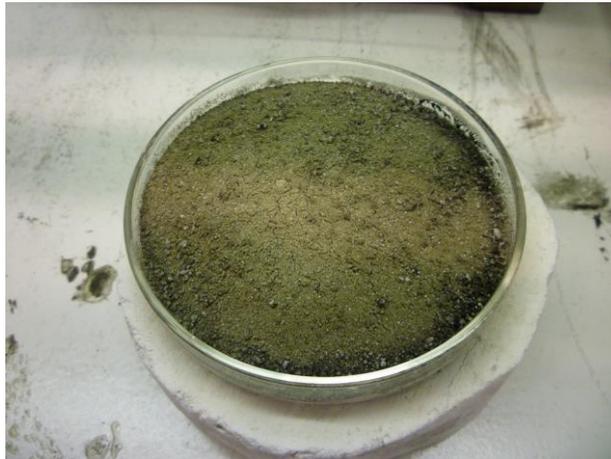


Figure 25 : Résidus

La masse finale des échantillons est composée principalement :

- des produits de réaction de la dégradation thermique du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc (il a été supposé que ces produits sont composés principalement de Mn_3O_4 et ZnO d'après [2] et [6]),
- d'autres produits de réaction non identifiés,
- des cendres et des imbrulés issus de la matière organique présente initialement dans l'échantillon. Les informations fournies ne permettent pas d'évaluer la nature de ces cendres.

Il est rappelé qu'au regard des réactions qui régissent la réaction d'oxydation du sulfate de manganèse et du sulfate de zinc, les bilans de masse à la stœchiométrie sont les suivants :

- 1 kg de $MnSO_4$ conduit à la formation de 0,5 kg de Mn_3O_4 ,
- 1 kg de $ZnSO_4$ conduit à la formation de 0,5 kg de ZnO .

Il est rappelé que ces bilans de masse sont donnés à titre indicatif. Il n'est pas exclu que d'autres composés se forment selon les plages de température. D'ailleurs, pour tous les essais, les résultats obtenus montrent que la masse de matière résiduelle est environ égale à la masse initiale de matière minérale dans l'échantillon ce qui confirme que d'autres composés se forment (résidus minéraux, cendres ...). A noter que ce bilan a également été observé lors de l'essai Flumilog (Cf. paragraphe 4.2.4.1).

5.2.1.3 PUISSANCE SURFACIQUE EMISE

La Figure 26 présente les puissances surfaciques maximales émises pour chaque échantillon. Ces puissances ont été mesurées au moyen de la méthode OC [3] [4].

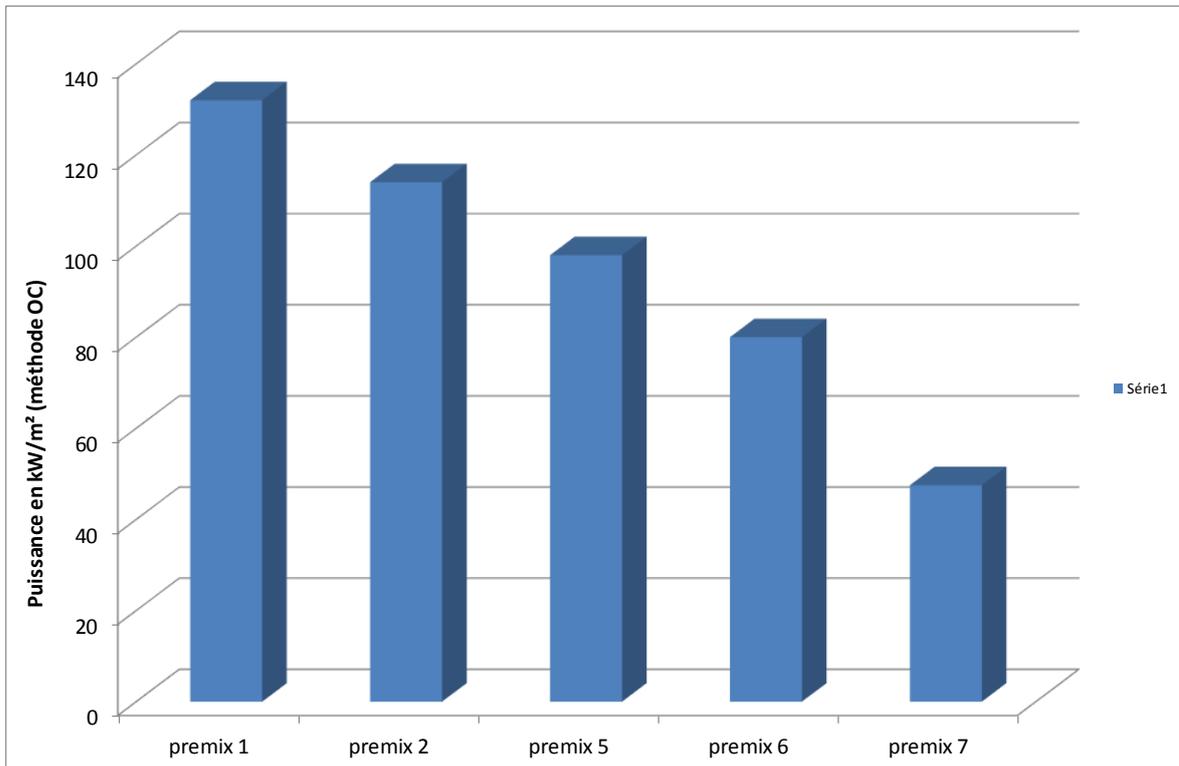


Figure 26 : Puissance maximale surfacique émise pour chaque échantillon

La puissance maximale émise augmente avec le taux de matière organique. En effet, la matière organique est le principal contributeur de la réaction de combustion. Il est rappelé que le coefficient retenu pour appliquer la méthode OC est 13,1 MJ/kg. A noter que ce coefficient est approprié pour mesurer la puissance émise par la combustion des produits organiques, produits qui sont ceux qui réagissent pendant les premières minutes.

5.2.1.4 ENERGIE DEGAGEE

La Figure 27 montre l'évolution de l'énergie totale dégagée au cours du temps mesurée au moyen de la méthode OC [3] [4].

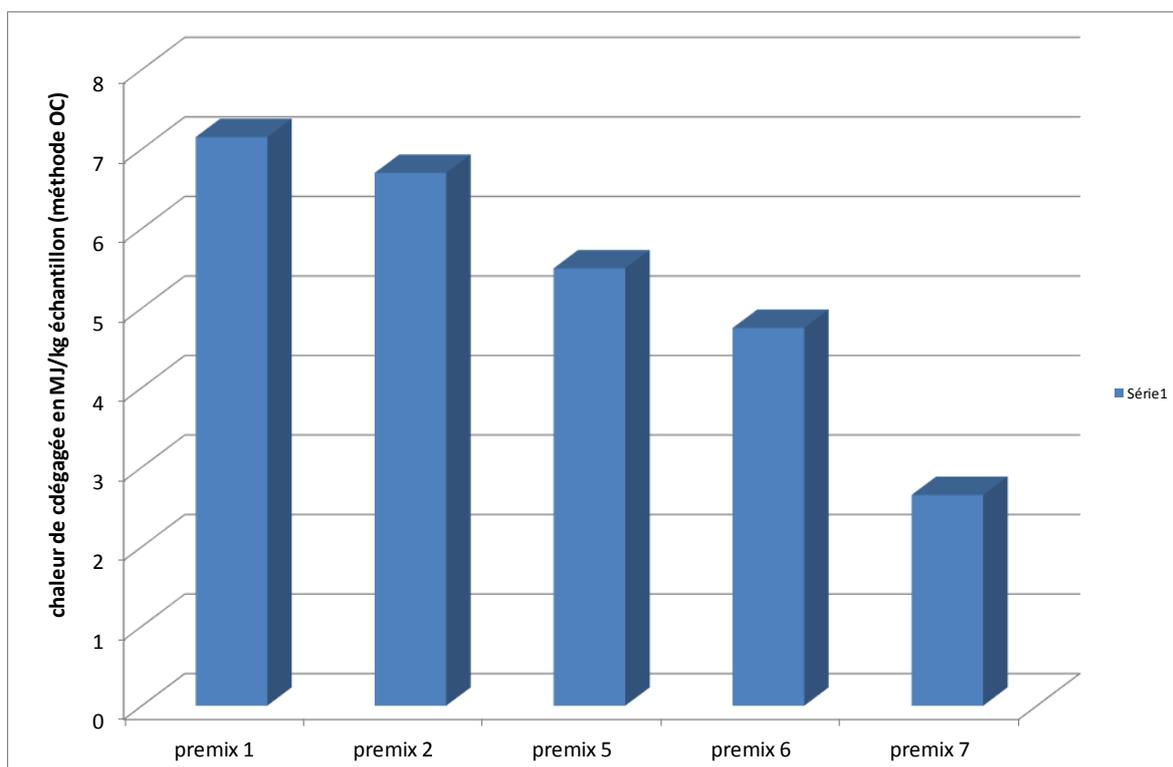


Figure 27 : Energie totale déégagée pour chaque échantillon sur une période de 30 min

Les résultats obtenus mettent en évidence une chaleur de combustion plus élevée que celle observée dans le cadre de l'essai Flumilog (7 Mj/kg contre 1,7 MJ/kg pour le Premix 1). En effet, l'agression thermique surfacique utilisée dans le FPA est plus importante que celle utilisée dans le protocole Flumilog. Par conséquent, la combustion est plus efficace et la réaction d'oxydation des métaux également. La méthode Flumilog reste toutefois plus représentative d'une configuration réelle.

5.2.1.5 SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES

Le Tableau 16 synthétise les caractéristiques thermiques obtenues.

Matière	premix 1	premix 2	premix 5	premix 6	premix 7
Energie déégagée (MJ/kg d'échantillon) en OC	7,2	6,7	5,5	4,8	2,7
Puissance maximale (kW/m ²) en OC	132	114	98	80	48

Tableau 16 : Synthèse

5.2.2 PRODUCTION DES EFFLUENTS GAZEUX

Les taux d'émission des effluents gazeux produits par la combustion des échantillons sont présentés dans le Tableau 17. Ceux obtenus lors de l'essai Flumilog pour le premix 1 sont renseignés dans le tableau.

Polluant	Taux d'émission en mg/g échantillon					
	Flumilog	FPA				
	premix 1	premix 1	premix 2	premix 5	premix 6	premix 7
CO ₂	123.0	565.7	501.7	415.6	339.1	204.0
CO	8.0	10.7	11.9	11.2	10.0	9.3
suies	-	0.3	0.3	0.2	0.5	0.5
SO ₂	0,7	7.4	3.7	4.4	1.7	1.9
HCl	0,2	1.4	1.4	1.6	0.8	0.6
NO	0,2	2.2	1.7	1.5	2.3	0.8

Tableau 17 : Taux d'émission des effluents gazeux

Les taux d'émission des effluents gazeux tels que le CO₂, le SO₂ et le HCl sont globalement plus importants pour les essais FPA du fait d'une efficacité de combustion plus élevée.

Le taux d'émission des effluents gazeux caractéristiques de la combustion (CO et CO₂) diminue globalement avec la teneur en matière organique.

A noter que le taux d'émission de SO₂ augmente avec la teneur en produits organiques. Il est supposé que l'efficacité de combustion soit alors plus élevée ce qui favorise l'oxydation des métaux et l'émission de SO₂.

5.3 SYNTHÈSE DES ESSAIS FPA

Des essais FPA (Fire propagation Apparatus) ont été réalisés selon la norme ASTM E 2058 sur 5 échantillons dont celui testé sous le protocole Flumilog.

Les teneurs en matières organiques et non organiques des échantillons sont rappelées dans le Tableau 18.

Echantillon	Premix 1	Premix 2	Premix 5	Premix 6	Premix 7
Taux de matière organique (% massique)	57	40	30	20	10
Taux de minéraux (% massique)	43	60	70	80	90

Tableau 18 : Teneur en matières organiques et minérales dans les échantillons

Les matières minérales sont composées de sulfate de zinc monohydraté et de sulfate de manganèse monohydraté. Les caractéristiques des produits organiques n'ont pas été fournies. Lors de ces essais, ont été mesurées :

- les caractéristiques thermiques des échantillons, notamment leur vitesse et leur chaleur de combustion,
- la nature et le taux d'émission des effluents gazeux émis.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- La vitesse de combustion, la puissance et l'énergie de combustion des échantillons augmentent avec la teneur en matière organique.

L'extrapolation des mesures à l'échelle du FPA sur la base des caractéristiques du modèle de calcul de la puissance palette de la méthode de Flumilog permet de déterminer les puissances palettes des premix 2, 5, 6 et 7 en fonction de leur puissance établie lors des essais FPA et de la puissance palette du premix 1. Ces données sont présentées dans le Tableau 19.

		premix 1	premix 2	premix 5	premix 6	premix 7
Teneur massique en produits organiques (%)		57	40	30	20	10
Puissance maximale	Echelle calorimètre (kW/m ²)	132	114	98	80	48
	Echelle réelle (kW)	1000	864	742	606	360

Tableau 19 : Puissances palettes des différents produits

La Figure 28 présente la courbe de puissance palette en fonction de sa teneur en matière organique.

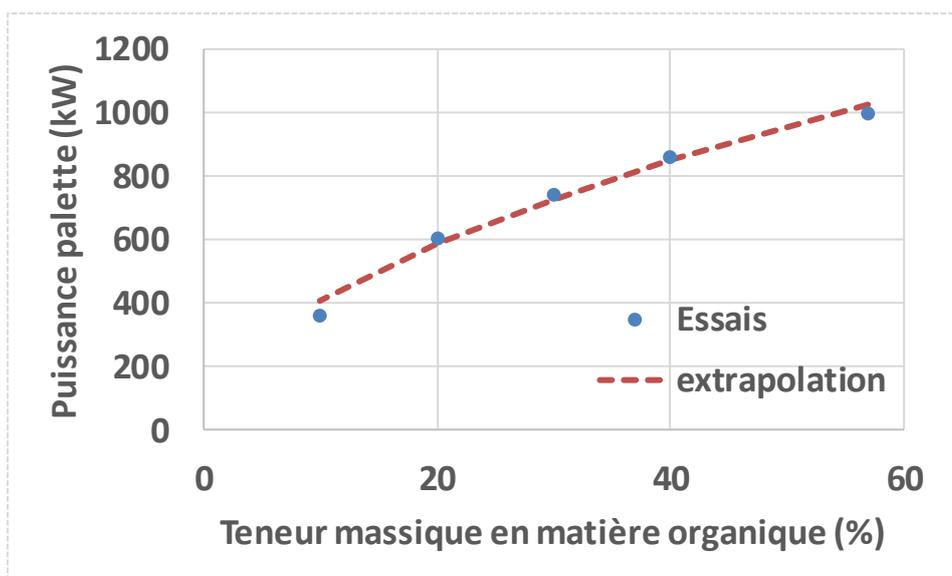


Figure 28 : Puissance palette de premix en fonction de sa teneur en matière organique

Cette courbe peut être approximée par la fonction suivante :

$$P_{pal} = 120\tau^{0,53}$$

Avec τ , la teneur en matière organique, en % massique.

Cette fonction permet de déterminer la puissance palette d'un échantillon de premix en fonction de sa teneur en matière organique.

Cette fonction, valable pour un τ compris entre 10 et 60 %, est applicable à tout échantillon de premix sous réserve :

- que les matières organiques qu'il contient soient identiques à celles présentes dans les échantillons testés dans le cadre de cette étude,
- que les matières minérales qu'il contient soient composées de Sulfate de manganèse monohydraté et de sulfate de zinc monohydraté.

6. MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES SUR UN CAS TEST

6.1 DESCRIPTION DE L'ENTREPOT CONSIDERE

Les calculs de distances d'effets thermiques et toxiques sont réalisés sur un entrepôt représentatif. Ses caractéristiques forfaitaires sont :

- Surface de 3 000 m², hauteur de 9 m, aucun mur coupe-feu,
- Stockage masse de 6 000 palettes de premix, de dimensions 1,2 m x 0,8 m x 1,5 m, telles que celles testées dans le cadre de l'essai Flumilog, disposées sur 2 niveaux.

2 scénarios sont envisagés :

- Scénario 1 : incendie généralisé d'un stockage de palettes de premix 1 avec une puissance de combustion de 1000 kW et une durée de combustion de 27 min,
- Scénario 2 : incendie généralisé de palettes de premix 7 avec une puissance de combustion de 360 kW et une durée de combustion de 27 min.

La durée de combustion de la palette de premix 7 n'ayant pas été établie, elle est fixée forfaitairement à celle de la palette de premix 1.

6.2 EFFETS THERMIQUES

A partir des données établies aux paragraphes 4.3 et 5.3, les distances d'effets thermiques liées à l'incendie de l'entrepôt sont présentées sur la Figure 29 pour les deux scénarios.

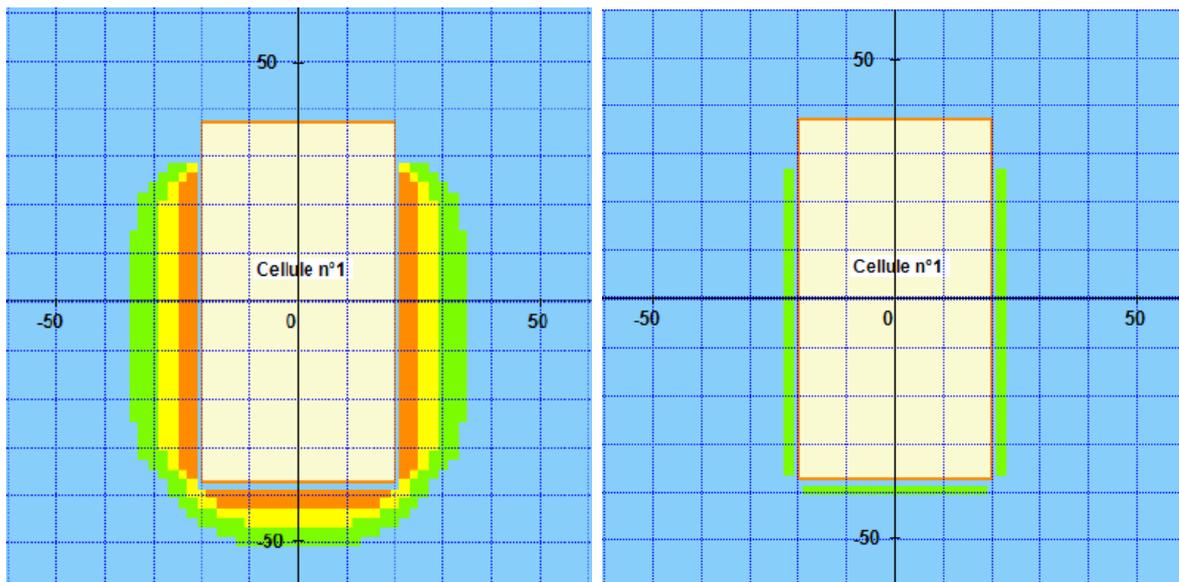


Figure 29 : Effets thermiques pour les deux scénarios (gauche premix 1 et droite premix 7)

Les distances au Seuil des Effets Irréversibles (3 kW/m²) n'excèdent pas 15 m par rapport aux parois de l'entrepôt pour le scénario 1 et 5 m pour le scénario 2.

Les notes de calcul Flumilog sont présentées en Annexe 3.

6.3 EFFETS TOXIQUES

Afin d'évaluer les effets toxiques liés à l'incendie d'un entrepôt stockant des palettes de prémélanges pour animaux, une méthodologie en 3 étapes est mise en œuvre.

6.3.1 METHODOLOGIE

Le principe du calcul de la dispersion des fumées d'incendie repose sur les étapes suivantes :

- détermination du « terme source » c'est-à-dire notamment,
 - o la nature et débit des effluents gazeux liés à la combustion des palettes de prémix,
 - o la hauteur, vitesse et température d'émission des fumées rejetées dans l'atmosphère,
- calcul de la dispersion atmosphérique et notamment des niveaux maximum de concentration en gaz toxique,
- comparaison des concentrations avec les Seuils d'Effets Irréversibles (SEI).

6.3.2 DEFINITION DU SCENARIO

L'INERIS retiendra le scénario suivant :

- Incendie d'un entrepôt de 3 000 m² contenant 6 000 palettes de prémix 1. Le nombre de palettes est basé sur un stockage masse à raison de 2 palettes par mètre carré.

6.3.3 DETERMINATION DU TERME SOURCE

6.3.3.1 NATURE ET TAUX D'EMISSION DES EFFLUENTS GAZEUX

Les taux d'émission des effluents gazeux par palette de prémix 1 sont rappelés dans le Tableau 20. Ces taux sont issus des essais Flumilog réalisés au préalable.

Elément combustible	Taux d'émission des effluents gazeux				
	CO	CO ₂	HCl	NO ₂	SO ₂
Premix 1	8.00	123.00	0.20	0.22	0.68

Tableau 20 : Taux d'émission des effluents gazeux en fonction des éléments combustibles

Il est considéré de manière majorante que les 6000 palettes brûlent simultanément sur une période de 50 h (durée de combustion d'une palette).

A partir des taux d'émission, les débits d'émission des effluents gazeux sont présentés dans le Tableau 21.

	CO	CO2	HCl	NO2	SO2
Débit d'émission (kg/s)	0.31	4.82	0.01	0.01	0.03

Tableau 21 : Débit d'émission des effluents gazeux en fonction des éléments combustibles

6.3.3.2 PARAMETRES AU POINT D'EMISSION

Détermination de l'énergie thermo-cinétique initiale des fumées

S'agissant d'incendies tels que ceux considérés dans le cadre de cette étude, les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes. La première étape pour caractériser l'émission consiste à déterminer la hauteur des flammes qui correspond en fait à la hauteur d'émission des fumées. Pour ce faire, il existe de nombreuses formules empiriques publiées dans la littérature. On retient la formule proposée par Heskestad [Heskestad, 1984] pour cette étude. La hauteur h obtenue à partir de la relation proposée par Heskestad correspond à la hauteur moyenne des flammes car en réalité ces dernières sont animées d'un mouvement intermittent.

Dans le cas de feux d'hydrocarbures liquides, Heskestad [Heskestad, 1984 et Heskestad, 1986] a montré qu'à la hauteur h , l'écart moyen de température entre les fumées de l'incendie et l'air ambiant est proche de 250 K. Par ailleurs, ce même auteur fournit des corrélations empiriques permettant de déterminer, en fonction de la quantité de chaleur convectée par les fumées :

- la vitesse moyenne d'élévation des fumées à la hauteur h ,
- le débit total de fumées à partir duquel est déduit la quantité d'air entraîné.

Des mesures expérimentales montrent qu'au moins 60% de la puissance thermique développée par un incendie est convectée.

Dans le cas des incendies considérés dans cette étude, les matériaux constituant l'aliment au feu sont différents des hydrocarbures liquides. Toutefois, à défaut d'autre modèle plus adapté, le modèle proposé par Heskestad sera retenu.

Données d'entrée

Afin de déterminer le débit total de fumées émises, il est nécessaire au préalable de déterminer la puissance de l'incendie. Dans une approche majorante, la phase de feu vive n'est pas considérée car pendant cette période, l'énergie thermocinétique apportée aux fumées est la plus importante ce qui favorise leur mouvement ascensionnel et limite les effets au sol.

Par conséquent, les caractéristiques de combustion du prémix retenues sont celles associées à la phase de feu couvant, à savoir :

- une vitesse de combustion de 5 g/m²/s,
- un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) de 1,7 MJ/kg.

La puissance est ensuite donnée par l'équation suivante :

$$P = v \times PCI \times S$$

Avec :

P = Puissance de l'incendie (MW)

v = Vitesse de combustion de l'incendie (kg/m²/s)

S = Surface de l'incendie (m²)

Le Tableau 22 synthétise les caractéristiques du rejet au point d'émission obtenues au moyen de la puissance et des corrélations de Heskestad.

Débit total d'émission des fumées (kg/s) (effluents gazeux + air entraîné)	Hauteur du point d'émission (m)	Vitesse au point d'émission (m/s)	Température au point d'émission (°C)
82	8	6	250

Tableau 22 : Caractéristiques du rejet au point d'émission

6.3.4 DISPERSION ATMOSPHERIQUE

L'INERIS modélise la dispersion des polluants avec le logiciel PHAST dans sa version 6.53. Ce choix d'outil a été fait pour pouvoir estimer les effets dans le champ proche au moyen d'une approche intégrale.

Les conditions météorologiques sont décrites par de nombreux paramètres, dont les principaux sont ceux liés, d'une part à la turbulence atmosphérique et, d'autre part, à la vitesse du vent. Ces deux paramètres, qui caractérisent les conditions météorologiques, ne seront pas abordés dans le présent document. De même, pour les informations relatives aux classes de Pasquill, le lecteur est invité à se reporter au guide INERIS relatif à la dispersion, accessible sur le site internet de l'INERIS : www.ineris.fr.

Les conditions météorologiques retenues² sont regroupées dans le Tableau 23.

Stabilité atmosphérique	Vitesses de vent considérées [m/s]
A	3
B	3 et 5
C	5 et 10
D	5 et 10
E	3
F	3

Tableau 23 : Conditions météorologiques retenues

² Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

Le paramètre de rugosité a été fixée à 0,1 m, valeur caractéristique d'une rugosité de type environnement industriel.

6.3.5 CALCULS DES EFFETS SUR LES PERSONNES

Le seuil à retenir pour caractériser la toxicité des fumées n'est pas propre à un gaz pur mais à un mélange de gaz. Dans ce cas, pour un mélange composé de n gaz toxiques notés P1, P2, P3, ..., Pn, le seuil « équivalent » est défini par la relation :

$$\frac{1}{Seuil_{\text{équivalent}}} = \sum \frac{[Concentration \cdot du \cdot polluant \cdot P_i]}{Seuil \cdot du \cdot polluant \cdot P_i}$$

L'expression précédente permet, de manière simplifiée, d'une part de prendre en compte la toxicité spécifique à chaque gaz et d'autre part, de « sommer » leurs toxicités respectives.

Il est clair qu'une telle approche ne permet pas de prendre en compte tout effet de synergie ou d'antagonisme éventuels induit par la présence simultanée des différents gaz.

Les seuils retenus pour les différents produits sont donnés dans le Tableau 24.

Gaz toxique	SEI 60 min (ppm)	SPEL 60 min (ppm)
CO	800	3200
CO ₂	50 000	100 000
HCl	40	240
NO ₂	40	70
SO ₂	81	725

Tableau 24 : Seuil de toxicité retenu pour chacune des substances toxiques

Les seuils équivalents des effets irréversibles et létaux, pour une exposition de 60 minutes, sont calculés en utilisant la formule précédente et les compositions détaillées précédemment.

Les seuils équivalents des effets irréversibles (SEI) et des premiers effets létaux (SPEL) sont présentés dans le Tableau 25.

SEI équivalent 60 min (ppm)	SPEL équivalent 60 min (ppm)
74 800	254 500

Tableau 25 : Seuils équivalents irréversibles et létaux

6.3.6 RESULTATS

Les panaches au SEI et SEL pour le scénario d'incendie d'une cellule de 3 000 m² contenant 6 000 palettes de premix sont présentés sur les figures suivantes.

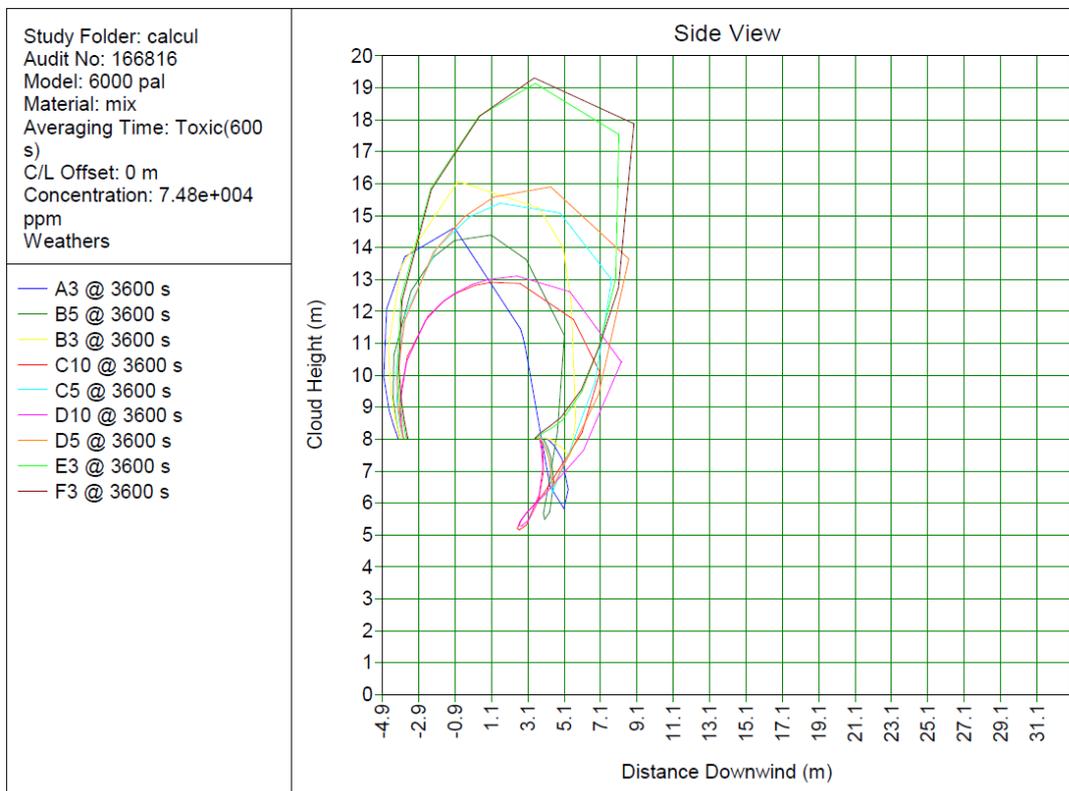


Figure 30 : Effets toxique au SEI pour 1 h d'exposition

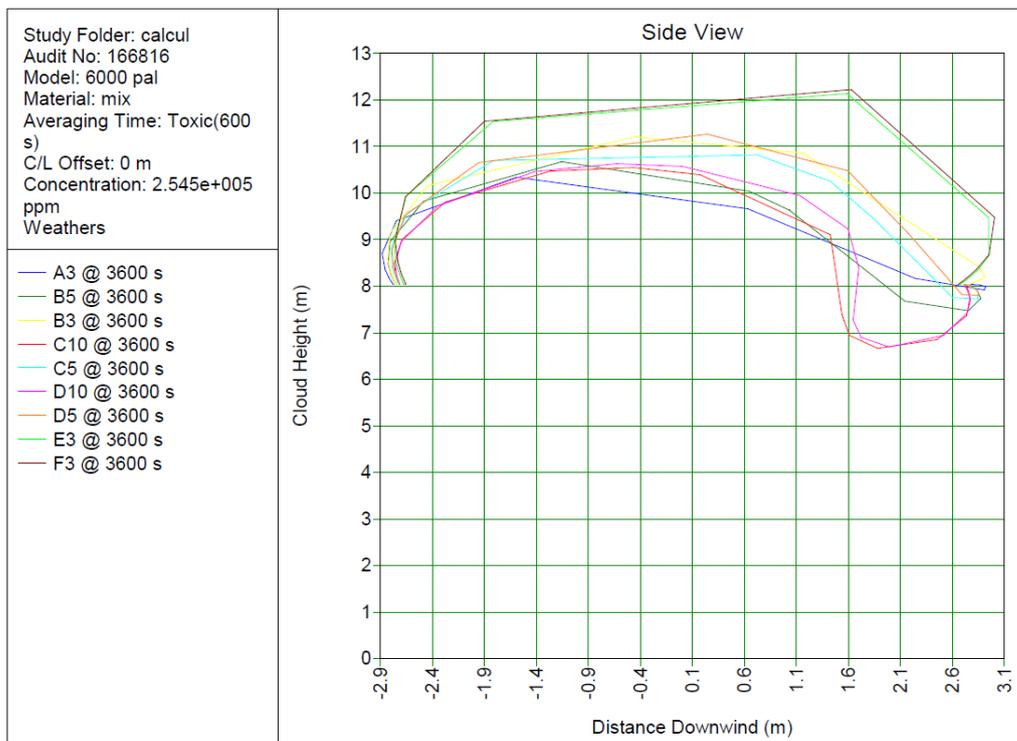


Figure 31 : Effets toxique au SPEL pour 1 h d'exposition

Les résultats montrent que l'incendie d'un entrepôt stockant des palettes de premix 1 ne conduirait à aucun effet toxique, au niveau du sol ni en altitude.

6.4 SYNTHÈSE DES MODÉLISATIONS

La modélisation des effets thermiques et toxiques associés à l'incendie d'un entrepôt représentatif a été réalisée. Les caractéristiques de l'entrepôt choisies sont :

- Surface de 3 000 m², hauteur de 9 m, aucun mur coupe-feu,
- Stockage masse de 6 000 palettes de premix, disposées sur 2 niveaux, telles que celles testées dans le cadre de l'essai Flumilog.

Les modélisations de l'incendie de l'entrepôt conduisent à des distances d'effets au Seuil des Effets Irréversibles (3 kW/m²) de 15 m pour le premix 1 et de 5 m pour le premix 7, le premier étant le produit le plus exothermique et le dernier le moins exothermique d'après les résultats FPA. Ces résultats concernent un sinistre se produisant sur l'entrepôt décrit précédemment. Pour obtenir les distances d'effets associées à l'incendie d'un entrepôt particulier, il conviendra de prendre en compte dans les modélisations les caractéristiques propres à cet entrepôt (dimensions, volumes de stockage, hauteur ...).

Les modélisations des effets toxiques ne présentent aucun effet au sol quel que soit le produit considéré, pour l'entrepôt considéré.

7. CONCLUSION

Une méthodologie pour évaluer le comportement au feu de compléments alimentaires pour animaux (premix), composés de matières organiques et minérales, a été mise en œuvre. Il s'agit, au moyen d'essais et de modélisations, de caractériser au mieux le comportement au feu des produits et les risques induits par leur stockage. Cette méthodologie s'est déroulée en 4 étapes :

- Des essais ONU N1 à échelle réduite permettant de définir le caractère inflammable ou combustible des échantillons testés. Cet essai a été réalisé sur 4 premix différents référencés premix 1, 2, 3 et 4,
- Un essai Flumilog à échelle réelle sur le produit ayant la teneur en matière organique la plus élevée (premix 1) afin de définir la puissance palette, la durée de combustion et la nature des effluents gazeux et particulaires émis,
- Des essais FPA sur 5 premix (premix 1, premix 2, premix 5, premix 6 et premix 7) ayant une teneur en matière organique de respectivement 57, 40, 30, 20, et 10 % afin d'évaluer l'impact de la teneur en matière organique sur le comportement du produit.
- Au regard des résultats obtenus, les distances d'effets thermiques et toxiques associées à l'incendie d'un entrepôt représentatif ont été évaluées.

7.1 SYNTHÈSE DES ESSAIS ONU N1

Les principaux résultats des essais ONU N1 montrent :

- que les 4 échantillons ont un comportement similaire,
- qu'aucun échantillon ne présente de propension à propager l'incendie. Les produits ne sont donc pas inflammables,
- que la flamme disparaît immédiatement après l'arrêt du brûleur,

Les 4 échantillons sont donc combustibles au sens des recommandations de l'ONU [1].

7.2 SYNTHÈSE DE L'ESSAI FLUMILOG

Les résultats obtenus permettent de conclure à la combustibilité de la palette échantillon. Les caractéristiques thermiques au sens de la méthode Flumilog sont rappelées dans le Tableau 12.

Chaleur de combustion (MJ/kg)	1,7
Durée de combustion (min)	27
Puissance (kW)	1 000

Tableau 26 : Caractéristiques thermiques de l'échantillon

A noter que cette puissance de 1 000 kW est atteinte au cours de la phase d'agression de l'échantillon. Lorsque l'agression diminue, la puissance développée par la palette diminue très fortement (environ 100 kW).

Par ailleurs, il a été démontré lors de cet essai que les taux d'émission de Zn et de Mn liés à l'incendie d'un stockage de premix seraient du même ordre de grandeur que ceux liés à un feu de bois naturel. Cependant, en cas de sinistre d'un tel stockage, il conviendrait de traiter avec soin les résidus formés par l'incendie car une manipulation hasardeuse serait susceptible d'avoir un impact chronique sur l'environnement.

7.3 SYNTHÈSE DES ESSAIS FPA

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- La vitesse de combustion, la puissance et l'énergie de combustion des échantillons augmentent avec la teneur en matière organique.

L'extrapolation des mesures à l'échelle du FPA sur la base des caractéristiques du modèle de calcul de la puissance palette permet de déterminer les puissances palettes des premix 2, 5, 6 et 7 en fonction de leur puissance établie lors des essais FPA et de la puissance palette du premix 1. Ces données sont présentées dans le Tableau 27.

		premix 1	premix 2	premix 5	premix 6	premix 7
Teneur massique en produits organiques (%)		57	40	30	20	10
Puissance maximale	Echelle calorimètre (kW/m ²)	132	114	98	80	48
	Echelle réelle (kW)	1000	864	742	606	360

Tableau 27 : Puissances palettes des différents produits

La fonction qui permet de déterminer la puissance palette d'un échantillon de premix en kW en fonction de sa teneur en % massique de matière organique est la suivante :

$$P_{pal} = 120\tau^{0,53}$$

Cette fonction, valable pour un τ compris entre 10 et 60%, est applicable à tout échantillon de premix sous réserve :

- que les matières organiques qu'il contient soient identiques à celles présentes dans les échantillons testés dans le cadre de cette étude,
- que les matières minérales qu'il contient soient composées de Sulfate de manganèse monohydraté et de sulfate de zinc monohydraté.

7.4 SYNTHÈSE SUR LES MODELISATIONS

Les modélisations des effets thermiques et toxiques associés à l'incendie d'un entrepôt représentatif a été réalisée. Les caractéristiques de l'entrepôt choisies sont :

- Surface de 3 000 m², hauteur de 9 m, aucun mur coupe-feu,
- Stockage masse de 6 000 palettes de premix positionnées en îlots, disposées sur 2 niveaux.

Les modélisations de l'incendie de cet entrepôt conduisent à des distances d'effets au Seuil des Effets Irréversibles (3 kW/m²) de 15 m pour le premix 1 et de 5 m pour le premix 7, le premier étant le produit le plus exothermique et le dernier le moins exothermique d'après les résultats FPA.

Les modélisations des effets toxiques ne présentent aucun effet au sol quel que soit le produit considéré.

8. REFERENCES

- [1] Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses – Manuel d'épreuves et de critères – 5^{ième} édition révisée – Nations Unies – New-York et Genève, 2009
- [2] N. Giroud and al, Mechanism of thermal decomposition of a pesticide for safety concerns: Case of Mancozeb, Journal of Hazardous Materials 184 (2010) 6–15 journal
- [3] M. JANSSENS and W. PARKER, "Oxygen consumption calorimetry".
- [4] A. TEWARSON, « Generation of Heat and Fire Products », Technical report of Factory Mutual, May 1995.
- [5] INERIS-DRC-12-126318-06147Av2 - Note sur l'assimilation d'un produit (bois faiblement adjuvanté) à un combustible de référence et sur la surveillance des installations classées dans la rubrique 2910B
- [6] M. Diaz-Somoano, S. Unterberger, K.R.G. Hein, Prediction of trace element volatility during co-combustion processes, Fuel 85 (2006) 1087–1093
- [7] Rapport d'étude INERIS N° DRC-13-119925-04065A, Programme EMBRUVÉ « Amélioration de la connaissance des émissions atmosphériques liées au brûlage de véhicules »

9. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	FDS des échantillons	5
Annexe 2	Compte rendu des essais ONU N1	4
Annexe 3	Compte rendu des modélisations FLUMILOG	12

ANNEXE 1 :

FDS DES ECHANTILLONS

SECTION 1: Identification de la substance/du mélange et de la société/l'entreprise

1.1. Identificateur de produit

Forme du produit : Mélange
 Nom du produit : PREMIX ESSAI COMBUSTION
 Code du produit : 1800

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

1.2.1. Utilisations identifiées pertinentes

Spec. d'usage industriel/professionnel : Réservé à un usage professionnel
 Utilisation de la substance/mélange : Alimentation animale

1.2.2. Usages déconseillés

Pas d'informations complémentaires disponibles

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

CCPA
 ZA du bois de Teillay - Quartier du Haut Bois
 35150 Janzé - FRANCE
 T +33 (0)2 99 47 53 00
contact@groupe-ccpa.com

1.4. Numéro d'appel d'urgence

Pays	Organisme/Société	Adresse	Numéro d'urgence
Belgique/België	Centre Anti-Poisons/Antigifcentrum c/o Hôpital Central de la Base - Reine Astrid	Rue Bruyn 1 1120 Bruxelles/Brussel	+32 70 245 245
France	ORFILA		+33 1 45 42 59 59
Suisse	Centre Suisse d'Information Toxicologique Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum, Centro Svizzero d'Informazione Tossicologica	Freiestrasse 16 8032 Zürich	+41 44 251 51 51 (de l'étranger) 145

SECTION 2: Identification des dangers

2.1. Classification de la substance ou du mélange

Classification selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Eye Dam. 1 H318
 Aquatic Chronic 2 H411

Texte complet des phrases H: voir section 16

2.2. Éléments d'étiquetage

Étiquetage selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Pictogrammes de danger (CLP) :



GHS05

GHS09

Mention d'avertissement (CLP) :

Danger

Composants dangereux :

Sulfate de manganèse monohydraté, Sulfate de zinc monohydraté

Mentions de danger (CLP) :

H318 - Provoque des lésions oculaires graves
 H411 - Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Conseils de prudence (CLP) :

P273 - Éviter le rejet dans l'environnement
 P280 - Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/un équipement de protection du visage
 P305+P351+P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer
 P310 - Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin
 P391 - Recueillir le produit répandu
 P501 - Eliminer le contenu/réceptacle dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux conformément à la réglementation locale, régionale, nationale, internationale.

PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

2.3. Autres dangers

Effets néfastes physicochimiques, pour la santé humaine et pour l'environnement : Provoque des lésions oculaires graves. Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

SECTION 3: Composition/informations sur les composants

3.1. Substance

Non applicable

3.2. Mélange

Nom	Identificateur de produit	%	Classification selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]
Sulfate de manganèse monohydraté	(n° CAS) 10034-96-5 (Numéro CE) 232-089-9	5 - 10	Skin Irrit. 2, H315 Eye Dam. 1, H318 STOT RE 2, H373 Aquatic Chronic 2, H411
Sulfate de zinc monohydraté	(n° CAS) 7446-19-7 (Numéro CE) 231-793-3 (Numéro index) 030-006-00-9	5 - 10	Acute Tox. 4 (Oral), H302 Eye Dam. 1, H318 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410
Chlorure de choline	(n° CAS) 67-48-1 (Numéro CE) 200-655-4	1 - 5	Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 3, H335

Textes des phrases H: voir section 16.

SECTION 4: Premiers secours

4.1. Description des premiers secours

Premiers soins après inhalation : Transporter la personne à l'extérieur et la maintenir dans une position où elle peut confortablement respirer.

Premiers soins après contact avec la peau : Laver la peau avec beaucoup d'eau.

Premiers soins après contact oculaire : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédiatement un médecin.

4.2. Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Symptômes/lésions après contact oculaire : Lésions oculaires graves.

4.3. Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Traitement symptomatique.

SECTION 5: Mesures de lutte contre l'incendie

5.1. Moyens d'extinction

Moyens d'extinction appropriés : Eau pulvérisée. Poudre sèche. Mousse.

5.2. Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

Produits de décomposition dangereux en cas d'incendie : Dégagement possible de fumées toxiques.

5.3. Conseils aux pompiers

Protection en cas d'incendie : Ne pas intervenir sans un équipement de protection adapté. Appareil de protection respiratoire autonome isolant. Protection complète du corps.

SECTION 6: Mesures à prendre en cas de déversement accidentel

6.1. Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

6.1.1. Pour les non-secouristes

Procédures d'urgence : Ventiler la zone de déversement. Eviter le contact avec la peau et les yeux.

6.1.2. Pour les secouristes

Équipement de protection : Ne pas intervenir sans un équipement de protection adapté. Pour plus d'informations, se reporter à la section 8 : "Contrôle de l'exposition-protection individuelle".

6.2. Précautions pour la protection de l'environnement

Éviter le rejet dans l'environnement.

6.3. Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Pour la rétention : Recueillir le produit répandu.

Autres informations : Eliminer les matières ou résidus solides dans un centre autorisé.

PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

6.4. Référence à d'autres sections

Pour plus d'informations, se reporter à la section 13.

SECTION 7: Manipulation et stockage

7.1. Précautions à prendre pour une manipulation sans danger

Précautions à prendre pour une manipulation sans danger : Assurer une bonne ventilation du poste de travail. Eviter le contact avec la peau et les yeux. Porter un équipement de protection individuel.
Mesures d'hygiène : Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit. Se laver les mains après toute manipulation.

7.2. Conditions nécessaires pour assurer la sécurité du stockage, tenant compte d'éventuelles incompatibilités

Conditions de stockage : Stocker dans un endroit bien ventilé. Tenir au frais.

7.3. Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Pas d'informations complémentaires disponibles

SECTION 8: Contrôles de l'exposition/protection individuelle

8.1. Paramètres de contrôle

PREMIX ESSAI COMBUSTION		
France	Les concentrations moyennes en poussières inhalables et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par une personne, évaluées sur une période de 8 heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 mg/m ³ d'air. D'autres poussières font l'objet de VLEP particulières.	
Sulfate de manganèse monohydraté (10034-96-5)		
Belgique	Valeur seuil (mg/m ³)	0,2 mg/m ³ (VME des composés du manganèse)
France	VME (mg/m ³)	1 mg/m ³ (VME des composés du manganèse)

8.2. Contrôles de l'exposition

Contrôles techniques appropriés : Assurer une bonne ventilation du poste de travail.
Protection des mains : Gants de protection
Protection oculaire : Lunettes de sécurité
Protection de la peau et du corps : Porter un vêtement de protection approprié
Protection des voies respiratoires : En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié
Contrôle de l'exposition de l'environnement : Éviter le rejet dans l'environnement.

SECTION 9: Propriétés physiques et chimiques

9.1. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

État physique : Solide
Apparence : Poudre.
Couleur : brun clair. blanc.
Odeur : légère.
Seuil olfactif : Aucune donnée disponible
pH : environ 6,5 en solution à 5% (eau à 20 °C)
Vitesse d'évaporation relative (l'acétate butylique=1) : Aucune donnée disponible
Point de fusion : Aucune donnée disponible
Point de congélation : Aucune donnée disponible
Point d'ébullition : Aucune donnée disponible
Point d'éclair : Aucune donnée disponible
Température d'auto-inflammation : Aucune donnée disponible
Température de décomposition : Aucune donnée disponible
Inflammabilité (solide, gaz) : Ininflammable.
Pression de vapeur : Aucune donnée disponible
Densité relative de vapeur à 20 °C : Aucune donnée disponible
Densité relative : environ 1000 kg/m³
Solubilité : Peu soluble dans l'eau.
Log Pow : Aucune donnée disponible
Viscosité, cinématique : Aucune donnée disponible
Viscosité, dynamique : Aucune donnée disponible
Propriétés explosives : Aucune donnée disponible

PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

Propriétés comburantes : Aucune donnée disponible
Limites d'explosivité : Aucune donnée disponible

9.2. Autres informations

Pas d'informations complémentaires disponibles

SECTION 10: Stabilité et réactivité

10.1. Réactivité

Le produit est non réactif dans les conditions normales d'utilisation, de stockage et de transport.

10.2. Stabilité chimique

Le mélange est stable à température ambiante et dans les conditions normales d'utilisation.

10.3. Possibilité de réactions dangereuses

Pas de réaction dangereuse connue dans les conditions normales d'emploi.

10.4. Conditions à éviter

Humidité. Chaleur.

10.5. Matières incompatibles

Pas d'informations complémentaires disponibles

10.6. Produits de décomposition dangereux

Pas d'informations complémentaires disponibles

SECTION 11: Informations toxicologiques

11.1. Informations sur les effets toxicologiques

Toxicité aiguë : Non classé

Sulfate de manganèse monohydraté (10034-96-5)

DL50 orale rat	2150 mg/kg
Corrosion cutanée/irritation cutanée	: Non classé pH: environ 6,5 en solution à 5% (eau à 20 °C)
Lésions oculaires graves/irritation oculaire	: Provoque des lésions oculaires graves. pH: environ 6,5 en solution à 5% (eau à 20 °C)
Sensibilisation respiratoire ou cutanée	: Non classé
Mutagénicité sur les cellules germinales	: Non classé
Cancérogénicité	: Non classé
Toxicité pour la reproduction	: Non classé
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition unique)	: Non classé
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée)	: Non classé
Danger par aspiration	: Non classé

SECTION 12: Informations écologiques

12.1. Toxicité

Ecologie - général : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Sulfate de manganèse monohydraté (10034-96-5)

CL50 poisson 1	30,6 mg/l Pimephales promelas
CE50 Daphnie 1	8,3 mg/l Daphnia magna

12.2. Persistance et dégradabilité

Sulfate de zinc monohydraté (7446-19-7)

Persistance et dégradabilité	Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement.
------------------------------	---

12.3. Potentiel de bioaccumulation

Sulfate de zinc monohydraté (7446-19-7)

Potentiel de bioaccumulation	Non établi.
------------------------------	-------------

12.4. Mobilité dans le sol

Pas d'informations complémentaires disponibles

12.5. Résultats des évaluations PBT et VPVB

Pas d'informations complémentaires disponibles

PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

12.6. Autres effets néfastes

Pas d'informations complémentaires disponibles

SECTION 13: Considérations relatives à l'élimination

13.1. Méthodes de traitement des déchets

Pas d'informations complémentaires disponibles

SECTION 14: Informations relatives au transport

Conformément aux exigences de ADR / RID / IMDG / IATA / ADN

14.1. Numéro ONU

N° ONU (ADR)	: 3077
N° ONU (IMDG)	: Non applicable
N° ONU (IATA)	: Non applicable
N° ONU (ADN)	: Non applicable
N° ONU (RID)	: Non applicable

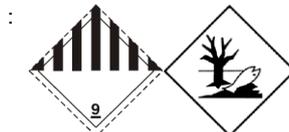
14.2. Nom d'expédition des Nations unies

Désignation exacte d'expédition/Description (ADR)	: MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, SOLIDE, N.S.A.
Proper Shipping Name (IMDG)	: Non applicable
Désignation exacte d'expédition/Description (IATA)	: Non applicable
Désignation officielle pour le transport (ADN)	: Non applicable
Désignation exacte d'expédition/Description (RID)	: Non applicable
Transport document description (ADR)	: UN 3077 MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, SOLIDE, N.S.A. (MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, SOLIDE, N.S.A.), 9, III, (E)

14.3. Classe(s) de danger pour le transport

ADR

Transport hazard class(es) (ADR)	: 9
Étiquettes de danger (ADR)	: 9



IMDG

Transport hazard class(es) (IMDG)	: Non applicable
-----------------------------------	------------------



IATA

Transport hazard class(es) (IATA)	: Non applicable
-----------------------------------	------------------



ADN

Transport hazard class(es) (ADN)	: Non applicable
----------------------------------	------------------



PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

RID

Transport hazard class(es) (RID) : Non applicable



14.4. Groupe d'emballage

Groupe d'emballage (ADR) : III
Groupe d'emballage (IMDG) : Non applicable
Groupe d'emballage (IATA) : Non applicable
Groupe d'emballage (ADN) : Non applicable
Groupe d'emballage (RID) : Non applicable

14.5. Dangers pour l'environnement

Dangereux pour l'environnement : Oui
Polluant marin : Oui
Autres informations : Pas d'informations supplémentaires disponibles

14.6. Précautions particulières à prendre par l'utilisateur

- Transport par voie terrestre

Code de classification (ADR) : M7
Disposition spéciale (ADR) : 274, 335, 601
Quantités limitées (ADR) : 5kg
Quantités exceptées (ADR) : E1
Packing instructions (ADR) : P002, IBC08, LP02, R001
Dispositions spéciales d'emballage (ADR) : PP12, B3
Dispositions particulières relatives à l'emballage en commun (ADR) : MP10
Mixed Portable tank and bulk container instructions (ADR) : T1, BK1, BK2
Mixed Portable tank and bulk container special provisions (ADR) : TP33
ADR tank codes (ADR) : SGAV, LGBV
Véhicule pour le transport en citerne : AT
Catégorie de transport (ADR) : 3
Special provisions for carriage - Packages (ADR) : V13
Special provisions for carriage - Bulk (ADR) : VV1
Special provisions for carriage - Loading and unloading (ADR) : CV13
Danger n° (code Kemler) : 90
Panneaux oranges :



Tunnel restriction code (ADR) : E

- Transport maritime

Aucune donnée disponible

- Transport aérien

Aucune donnée disponible

- Transport par voie fluviale

Non soumis à l'ADN : Non

- Transport ferroviaire

Transport interdit (RID) : Non

PREMIX ESSAI COMBUSTION

Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) n° 453/2010

14.7. Transport en vrac conformément à l'annexe II de la convention MARPOL 73/78 et au recueil IBC

Non applicable

SECTION 15: Informations réglementaires

15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

15.1.1. Réglementations EU

Ne contient pas de substances concernées par les restrictions de l'annexe XVII

Ne contient pas de substance candidate REACH

Ne contient pas des substances Annexe XIV.

15.1.2. Directives nationales

Pas d'informations complémentaires disponibles

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Aucune évaluation de la sécurité chimique n'a été effectuée

SECTION 16: Autres informations

Texte intégral des phrases H et EUH:

Acute Tox. 4 (Oral)	Toxicité aiguë (par voie orale), Catégorie 4
Aquatic Acute 1	Dangereux pour le milieu aquatique — Danger aigu, Catégorie 1
Aquatic Chronic 1	Dangereux pour le milieu aquatique — Danger chronique, Catégorie 1
Aquatic Chronic 2	Dangereux pour le milieu aquatique — Danger chronique, Catégorie 2
Eye Dam. 1	Lésions oculaires graves/irritation oculaire, Catégorie 1
Eye Irrit. 2	Lésions oculaires graves/irritation oculaire, Catégorie 2
Skin Irrit. 2	Corrosif/irritant pour la peau, Catégorie 2
STOT RE 2	Toxicité spécifique pour certains organes cibles — Exposition répétée, Catégorie 2
STOT SE 3	Toxicité spécifique pour certains organes cibles — Exposition unique, Catégorie 3
H302	Nocif en cas d'ingestion
H315	Provoque une irritation cutanée
H318	Provoque des lésions oculaires graves
H319	Provoque une sévère irritation des yeux
H335	Peut irriter les voies respiratoires
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes
H400	Très toxique pour les organismes aquatiques
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

FDS UE (Annexe II REACH)

Ces informations sont basées sur nos connaissances actuelles et décrivent le produit pour les seuls besoins de la santé, de la sécurité et de l'environnement. Elles ne devraient donc pas être interprétées comme garantissant une quelconque propriété spécifique du produit

ANNEXE 2 :

COMPTE RENDU DES ESSAIS ONU N1

EPREUVE D'INFLAMMABILITE DES SOLIDES DRA / SUPP / ERIP

Réf. norme	Date de l'essai	N°essai ERIP	N° réception	N° prestation	N° contribution
<input checked="" type="checkbox"/> ONU N.1 <input type="checkbox"/> CEE A 10	14/06/2016	2016-07	16AO745	159253	159254
Nom de l'échantillon	Premix 1				
Provenance (client)	AFCA-CIAL				
Aspect	Poudre beige				
Remarques	RAS				
Nom de l'opérateur	ENGLER				

ECME

Chronomètre	M-A2-9059
Gabarit de traçage	M-A2-0215/2
	-
Dispositif allumage fil chaud	-
Autre(s)	-

ESSAIS PRELIMINAIRES

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Durée de propagation sur 200 mm	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
-	PP
-	PP

ESSAIS DE VITESSE DE COMBUSTION

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Essai	Durée de propagation sur 100 mm*	Durée d'arrêt de la propagation par la zone humide (noter si > 4 mn) *	Durée de propagation sur 250 mm**	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

* épreuve ONU N.1, produits non métalliques,

** épreuve ONU N.1, produits métalliques.

Remarques concernant le déroulement des essais, la propagation de la combustion et le comportement de l'échantillon :

RAS

Observations :

RAS

Clichés photographiques :



Vue de la trainée avant l'essai ONU N.1



Vue de l'échantillon lors de la phase d'allumage

Réf. norme	Date de l'essai	N°essai ERIP	N° réception	N° prestation	N° contribution
<input checked="" type="checkbox"/> ONU N.1 <input type="checkbox"/> CEE A 10	14/06/2016	2016-08	16AO746	159253	159254
Nom de l'échantillon	Premix 2				
Provenance (client)	AFCA-CIAL				
Aspect	Poudre beige				
Remarques	RAS				
Nom de l'opérateur	ENGLER				

ECME

Chronomètre	M-A2-9059
Gabarit de traçage	M-A2-0215/2
	-
Dispositif allumage fil chaud	-
Autre(s)	-

ESSAIS PRELIMINAIRES

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Durée de propagation sur 200 mm	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
-	PP
-	PP

ESSAIS DE VITESSE DE COMBUSTION

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Essai	Durée de propagation sur 100 mm*	Durée d'arrêt de la propagation par la zone humide (noter si > 4 mn) *	Durée de propagation sur 250 mm**	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

* épreuve ONU N.1, produits non métalliques,

** épreuve ONU N.1, produits métalliques.

Remarques concernant le déroulement des essais, la propagation de la combustion et le comportement de l'échantillon :

RAS

Observations :

RAS

Clichés photographiques :



Vue de la traînée avant l'essai ONU N.1



Vue de l'échantillon lors de la phase d'allumage

EPREUVE D'INFLAMMABILITE DES SOLIDES DRA / SUPP / ERIP

Réf. norme	Date de l'essai	N°essai ERIP	N° réception	N° prestation	N° contribution
<input checked="" type="checkbox"/> ONU N.1 <input type="checkbox"/> CEE A 10	14/06/2016	2016-09	16AO747	159253	159254
Nom de l'échantillon	Premix 3				
Provenance (client)	AFCA-CIAL				
Aspect	Poudre beige				
Remarques	RAS				
Nom de l'opérateur	ENGLER				

ECME

Chronomètre	M-A2-9059
Gabarit de traçage	M-A2-0215/2
	-
Dispositif allumage fil chaud	-
Autre(s)	-

ESSAIS PRELIMINAIRES

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Durée de propagation sur 200 mm	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
-	PP
-	PP

ESSAIS DE VITESSE DE COMBUSTION

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Essai	Durée de propagation sur 100 mm*	Durée d'arrêt de la propagation par la zone humide (noter si > 4 mn) *	Durée de propagation sur 250 mm**	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

* épreuve ONU N.1, produits non métalliques,

** épreuve ONU N.1, produits métalliques.

Remarques concernant le déroulement des essais, la propagation de la combustion et le comportement de l'échantillon :

RAS

Observations :

RAS

Clichés photographiques :



Vue de la traînée avant l'essai ONU N.1



Vue de l'échantillon lors de la phase d'allumage

EPREUVE D'INFLAMMABILITE DES SOLIDES DRA / SUPP / ERIP

Réf. norme	Date de l'essai	N°essai ERIP	N° réception	N° prestation	N° contribution
<input checked="" type="checkbox"/> ONU N.1 <input type="checkbox"/> CEE A 10	14/06/2016	2016-10	16AO748	159253	159254
Nom de l'échantillon	Premix 4				
Provenance (client)	AFCA-CIAL				
Aspect	Poudre beige				
Remarques	RAS				
Nom de l'opérateur	ENGLER				

ECME

Chronomètre	M-A2-9059
Gabarit de traçage	M-A2-0215/2
	-
Dispositif allumage fil chaud	-
Autre(s)	-

ESSAIS PRELIMINAIRES

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Durée de propagation sur 200 mm	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
-	PP
-	PP

ESSAIS DE VITESSE DE COMBUSTION

- Allumage par flamme
 Allumage par fil chaud

Essai	Durée de propagation sur 100 mm*	Durée d'arrêt de la propagation par la zone humide (noter si > 4 mn) *	Durée de propagation sur 250 mm**	Remarques (PP signifie : pas de propagation)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

* épreuve ONU N.1, produits non métalliques,

** épreuve ONU N.1, produits métalliques.

Remarques concernant le déroulement des essais, la propagation de la combustion et le comportement de l'échantillon :

RAS

Observations :

RAS

Clichés photographiques :



Vue de la traînée avant l'essai ONU N.1



Vue de l'échantillon lors de la phase d'allumage

ANNEXE 3 :

COMPTE RENDU DES MODELISATIONS FLUMILOG

FLUMilog

Interface graphique v. 3.0.2.1

Outil de calcul V4.07

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Premix
Cellule :	
Commentaire :	
Date de création du fichier de données d'entrée :	23/11/2016 à 10:02:24
Date de création du fichier de résultats :	23/11/16

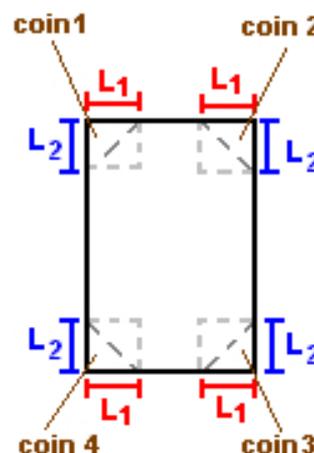
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

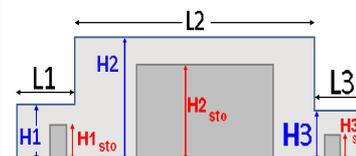
Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule 1

Nom de la Cellule : Cellule n°1			
Longueur maximum de la cellule (m)	75.0		
Largeur maximum de la cellule (m)	40.0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	9.0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0



Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	15
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	Fibrociment
Nombre d'exutoires	10
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

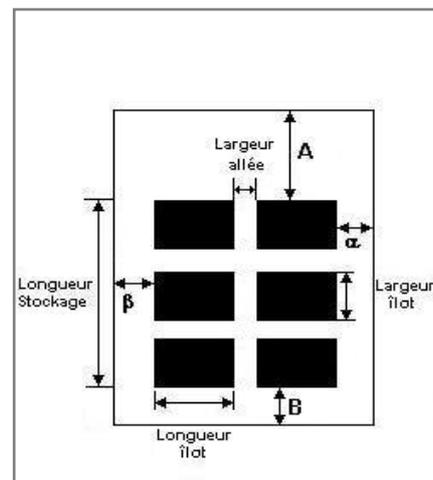
Stockage de la cellule n°1

Mode de stockage

Masse

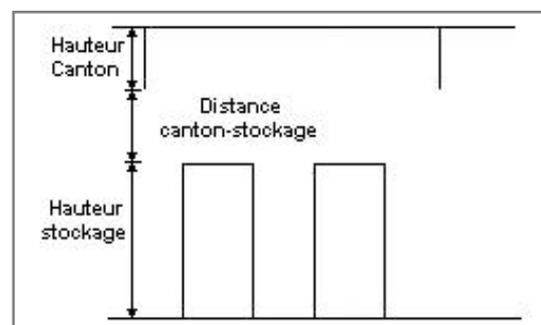
Dimensions

Longueur de préparation A	10.0 m
Longueur de préparation B	1.0 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	0.8 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	3
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	3
Largeur des îlots	11.4 m
Longueur des îlots	20.0 m
Hauteur des îlots	3.0 m
Largeur des allées entre îlots	2.0 m



Palette type de la cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	0.8 m
Hauteur de la palette :	1.5 m
Volume de la palette :	1.4 m ³
Nom de la palette :	

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

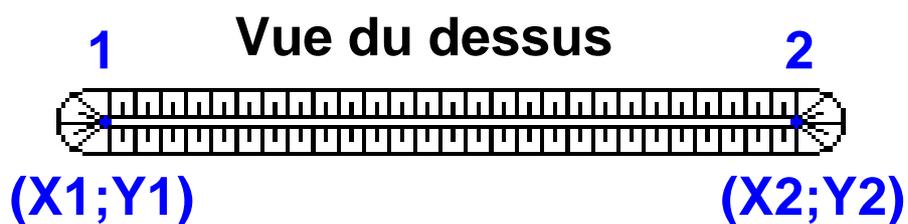
NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	27.0 min
Puissance dégagée par la palette :	1000.0 kW

Merlons



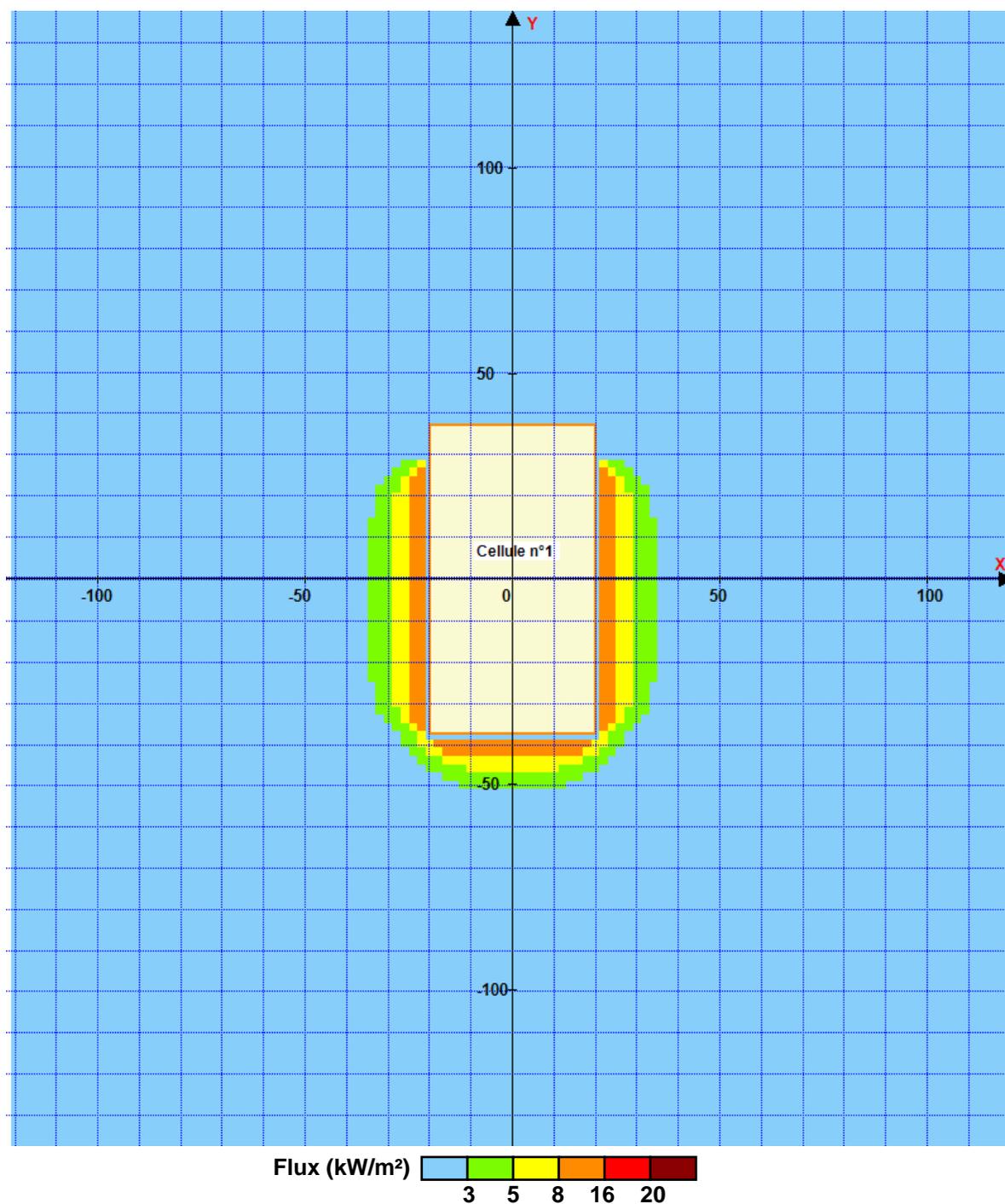
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 68.0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : 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.

FLUMilog

Interface graphique v. 3.0.2.1

Outil de calcul V4.06

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Premix
Cellule :	
Commentaire :	
Date de création du fichier de données d'entrée :	29/11/2016 à 16:15:32
Date de création du fichier de résultats :	29/11/16

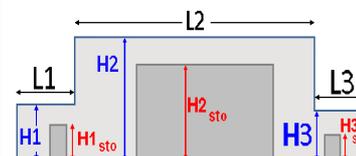
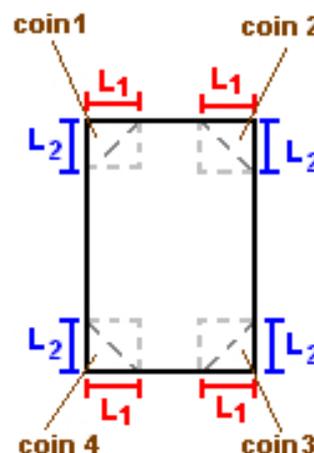
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule 1

Nom de la Cellule : Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		75.0		
Largeur maximum de la cellule (m)		40.0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		9.0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	15
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	Fibrociment
Nombre d'exutoires	10
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

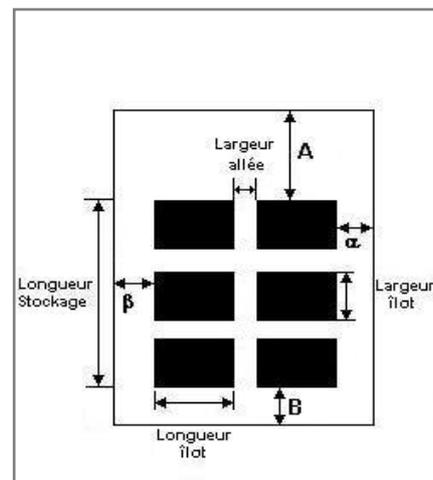
Stockage de la cellule n°1

Mode de stockage

Masse

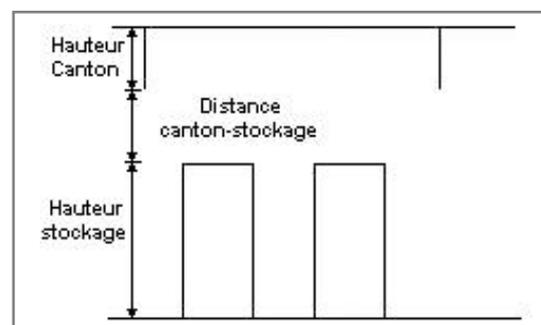
Dimensions

Longueur de préparation A	10.0 m
Longueur de préparation B	1.0 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	0.8 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	3
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	3
Largeur des îlots	11.4 m
Longueur des îlots	20.0 m
Hauteur des îlots	3.0 m
Largeur des allées entre îlots	2.0 m



Palette type de la cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	0.8 m
Hauteur de la palette :	1.5 m
Volume de la palette :	1.4 m ³
Nom de la palette :	

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

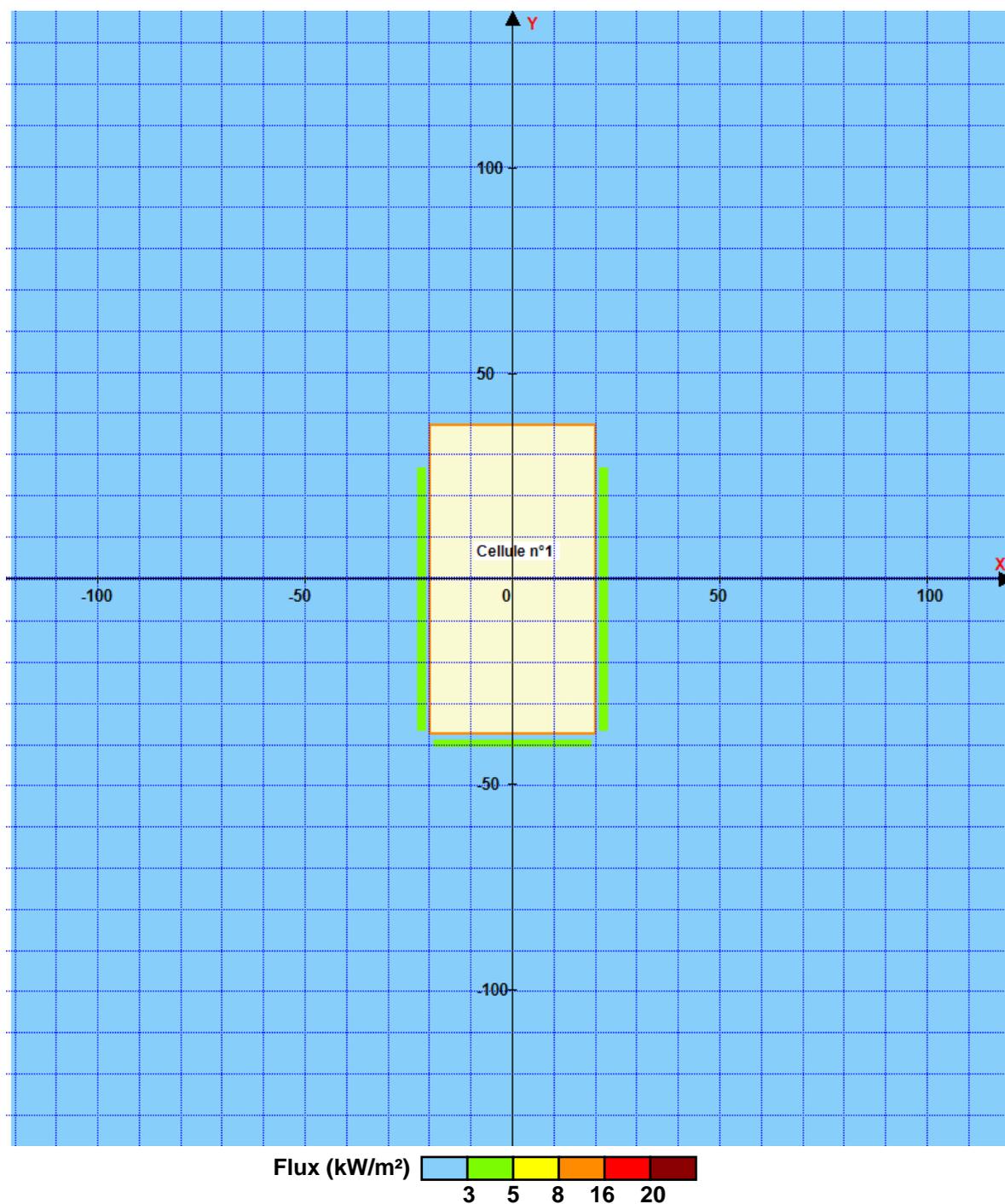
Durée de combustion de la palette :	27.0 min
Puissance dégagée par la palette :	360.0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 67.0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : 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.



INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : <http://www.ineris.fr>

Annexe 8 : Rapport de modélisation des émissions toxiques, Technisim, octobre 2022

Société S E R M I X

Modélisations de scénarios d'incendie

Dispersion des fumées et opacité

☞ **LOUDEAC** [22-Côtes-d'Armor] ☞

Rapport d'étude N°3a

N/RÉF : 221 205 078

<i>Destinataire :</i>	ICE Conseil 4 Impasse du Raquer 56610 ARRADON Tél : 02 57 62 08 32	<i>Madame Sophie GROLLEAU</i> Mobile : 06 24 07 04 99 Courriel : sophie.grolleau@ice-conseil.fr
<i>Date</i>	14 novembre 2023	

Sommaire

1.	Préambule	4
2.	Présentation des scénarios accidentels	4
3.	Modélisations de la dispersion des fumées toxiques	6
3.1.	<i>Présentation de la méthode d'analyse de la composition des fumées</i>	6
3.2.	<i>Caractéristiques des fumées</i>	7
3.3.	<i>Présentation du modèle numérique de la dispersion</i>	9
3.4.	<i>Conditions météorologiques</i>	10
3.5.	<i>Évaluation de l'intensité du phénomène</i>	11
3.6.	<i>Résultats des modélisations - Toxicité accidentelle</i>	13
4.	Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Opacité des fumées	19
4.1.	<i>Méthodologie</i>	19
4.2.	<i>Visibilité dans le panache de fumées – Seuil considéré</i>	19
4.3.	<i>Calcul des concentrations maximales de suies dans le panache</i>	20
5.	Conclusion	21

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition des foyers	5
Tableau 2: Paramètres des incendies	8
Tableau 3: Débit de polluants en kg/s.....	9
Tableau 4: Conditions météorologiques utilisées pour les simulations numériques	10
Tableau 5: Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques - toxicité accidentelle	11
Tableau 6: Valeurs de référence pour l'évaluation de la toxicité des fumées	12
Tableau 7: Distances maximales de dépassement des seuils équivalents de toxicité pour l'ensemble des polluants par rapport au bord du foyer	13
Tableau 8: Visibilité minimale en fonction de la vitesse du route	19
Tableau 9: Distance de visibilité minimale dans le panache	20

Liste des figures

Figure 1: Emplacements des foyers	4
Figure 2: Synthèse du devenir des différents éléments présents lors d'un incendie ou d'une décomposition thermique sous l'effet d'un incendie	7
Figure 3: Schéma du phénomène modélisé.....	7
Figure 4: Zones de dangers pour l'incendie du stockage MP – Cible située à 28 mètre du sol	14
Figure 5: Atteinte du seuil des effets irréversibles en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP	15
Figure 6: Atteinte du seuil des premiers effets létaux en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP	15
Figure 7: Atteinte du seuil des effets létaux significatifs en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP	16
Figure 8: Zones de dangers pour l'incendie du stockage PF – Cible située à 28 mètre du sol.....	16
Figure 9: Atteinte du seuil des effets irréversibles en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF.....	17
Figure 10: Atteinte du seuil des premiers effets létaux en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF.....	17
Figure 11: Atteinte du seuil des effets létaux significatifs en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF.....	18

1. Préambule

Ce document traite des modélisations concernant la dispersion atmosphérique des fumées toxiques issues des incendies susceptibles de se produire au sein d'un projet de restructuration des activités de la société SERMIX installée à Loudéac (Côtes-d'Armor/22).

Il est également étudié la visibilité dans le panache de fumées.

Cette prestation s'inscrit dans le cadre du montage d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale unique, en accord avec la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement [ICPE].

2. Présentation des scénarios accidentels

Les scénarios accidentels modélisés sont récapitulés ci-dessous :

- Scénario N°1 : Fumées issues de l'incendie du stockage MP – Matières Premières.
- Scénario N°2 : Fumées issues de l'incendie du stockage PF – Produits finis.

Les emplacements de ces foyers sont repérés sur la planche suivante.

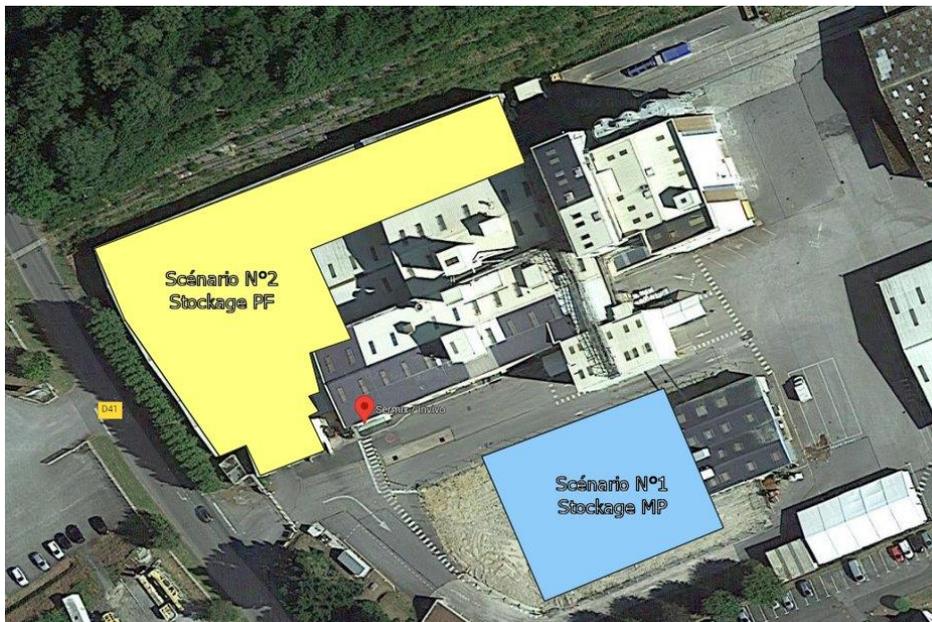
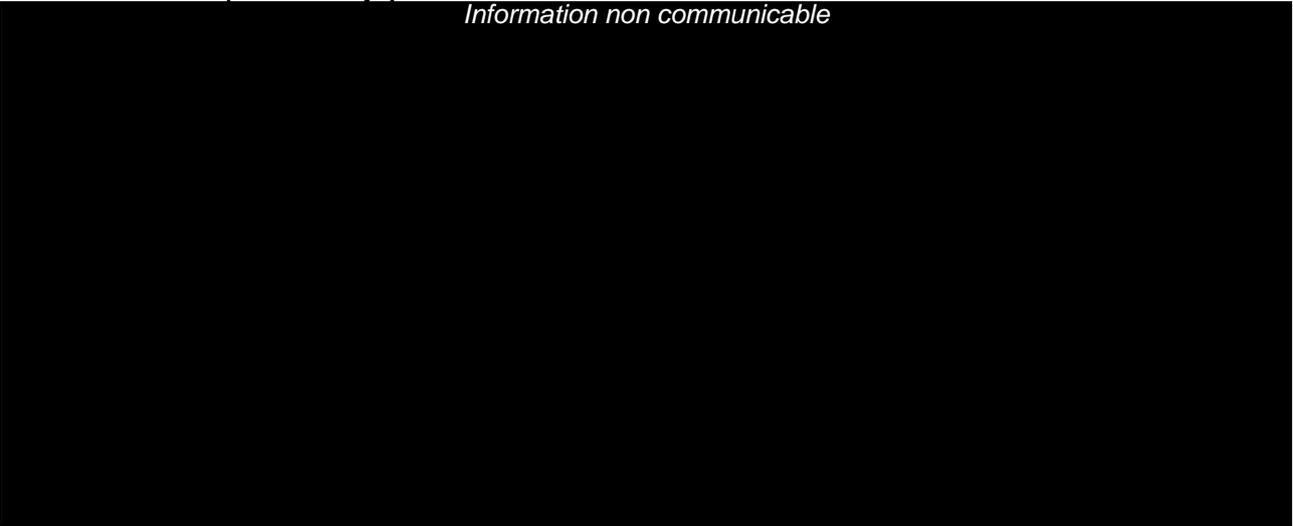


Figure 1: Emplacements des foyers

Le tableau immédiatement suivant explicite la composition des foyers.

Tableau 1: Composition des foyers

Information non communicable



La composition des foyers a été établie à partir des produits combustibles stockés sur site en moyenne sur l'année.

Par rapport aux produits considérés, il a également été ajouté de façon majorante une quantité supplémentaire de +10 % pour le soufre, le chlore et le fluor de façon à tenir compte des répartitions diverses des stocks tout au long de l'année.

Il a été considéré comme hypothèse l'utilisation d'une palette en bois de 18,75 kg pour 1 tonne de produit stocké et de 6,25 kg d'emballage en polypropylène par palette (hypothèses citées dans le document de l'Ineris : « *Caractérisation expérimentale de la combustion de prémélanges pour animaux* », du 02/02/2017).

En cas de donnée manquante, il a été considéré que le produit stocké était pur. Lorsque la composition du produit n'est pas connue, il a été pris comme hypothèse une chaleur de combustion de ce produit de 1,7 MJ/kg, en cohérence avec les observations rapportées dans le document de l'Ineris « *Caractérisation expérimentale de la combustion de prémélanges pour animaux* », du 02/02/2017.

3. Modélisations de la dispersion des fumées toxiques

3.1. Présentation de la méthode d'analyse de la composition des fumées

Cette section du rapport explicite la méthodologie mise en œuvre pour la simulation de la dispersion des fumées générées par les incendies potentiels.

Définitions des termes sources

Le 'terme source' désigne la composition, en nature et en quantité, des émissions atmosphériques émises par les activités présentes sur le site. Il constitue en pratique les données « d'entrée » pour la dispersion atmosphérique.

La composition physique et chimique du terme source résulte principalement des caractéristiques thermocinétiques de l'incendie, de la composition des fumées en polluants, et de l'influence de la ventilation au niveau du foyer.

Les caractéristiques thermocinétiques nécessaires à la définition du terme-source sont ainsi :

- Le **débit de fumées** — quantité de produits émise dans l'atmosphère
- La **vitesse d'émission** — qui dépend principalement de la température des gaz de combustion (la vitesse ascensionnelle résulte des forces d'Archimède sur le volume de gaz chauds)
- La **hauteur d'émission** — correspondant à l'altitude à laquelle intervient la fin des réactions chimiques de combustion
- La **température** — liée surtout à la nature des combustibles ainsi qu'aux conditions de ventilation du foyer

Composition des fumées

Le foyer est dimensionné à l'aide des hypothèses développées dans le document de l'INERIS paru en juillet 2022 : « *Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie – Ω16* ».

Les hypothèses considérées pour estimer la composition des fumées sont résumées sur la figure ci-après.

Eléments chimiques	Produits formés
Carbone	Conversion en CO ₂ et CO dans les proportions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> – cas d'un incendie bien ventilé : 90% CO₂ – 10% CO – cas d'un incendie sous-ventilé : 75% CO₂ – 25% CO
Chlore (Incendie)	A défaut de données expérimentales disponibles, conversion de 100% du Cl présent dans la molécule en HCl
Fluor	A défaut de données expérimentales disponibles, conversion de 100% du F présent dans la molécule en HF lorsque le rapport H/F de la molécule est supérieur à 1, analyse au cas par cas sinon.
Brome (Incendie)	A défaut de données expérimentales disponibles, conversion de 100% du Br présent dans la molécule en HBr
Azote	Deux aspects à prendre en compte : <ul style="list-style-type: none"> – conversion de 40% du N présent dans le combustible en NO – formation de NO 'prompt' à hauteur de 2 mg/g
Soufre	A défaut de données expérimentales disponibles, conversion de 100% du S présent dans la molécule en SO ₂
Phosphore	A défaut de données expérimentales disponibles, conversion de 100% du P présent dans la molécule en P ₂ O ₄ puis H ₃ PO ₄ par réaction avec l'humidité de l'air.

Figure 2: Synthèse du devenir des différents éléments présents lors d'un incendie ou d'une décomposition thermique sous l'effet d'un incendie

3.2. Caractéristiques des fumées

Le débit d'air entraîné par l'incendie est déterminé par les équations définies par Heskestad¹ selon le profil d'une flamme, tel que schématisé ci-dessous.

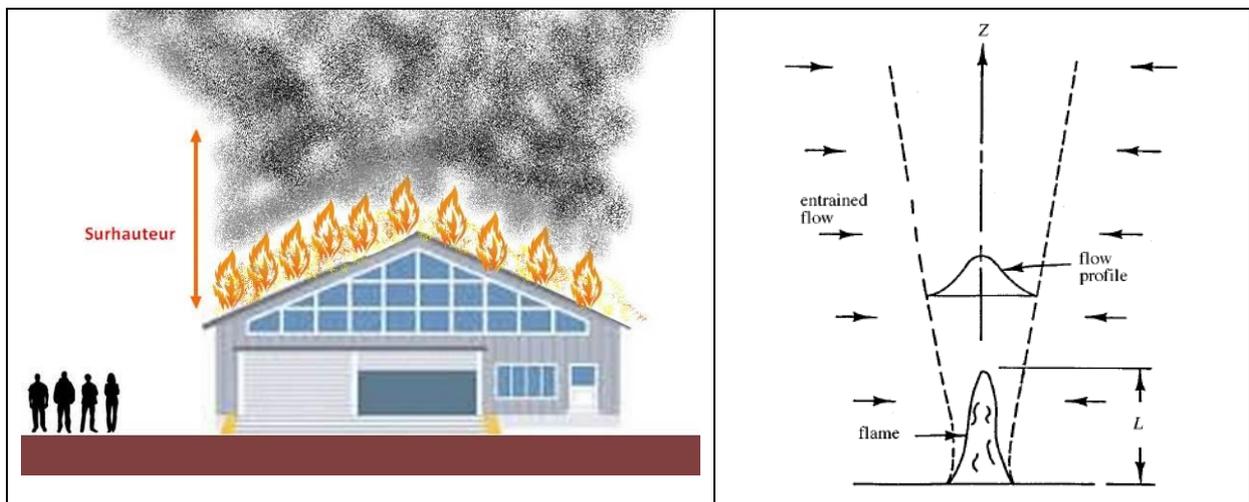


Figure 3: Schéma du phénomène modélisé

¹ Équations citées dans le guide de l'INERIS paru en juillet 2022 : « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie – Ω16 ».

Les combustibles gazeux et volatils générés par la chaleur des flammes se mélangent avec l'air environnant et produisent une flamme de diffusion caractérisée par une hauteur moyenne.

Autour des flammes, il existe une frontière (*en pointillé sur le schéma*) qui confine les produits issus de la combustion, et à travers laquelle l'air est entraîné.

Les paramètres des quatre phases des incendies considérées pour les stockages de matières premières (MP) et de produits finis (PF) sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 2: Paramètres des incendies

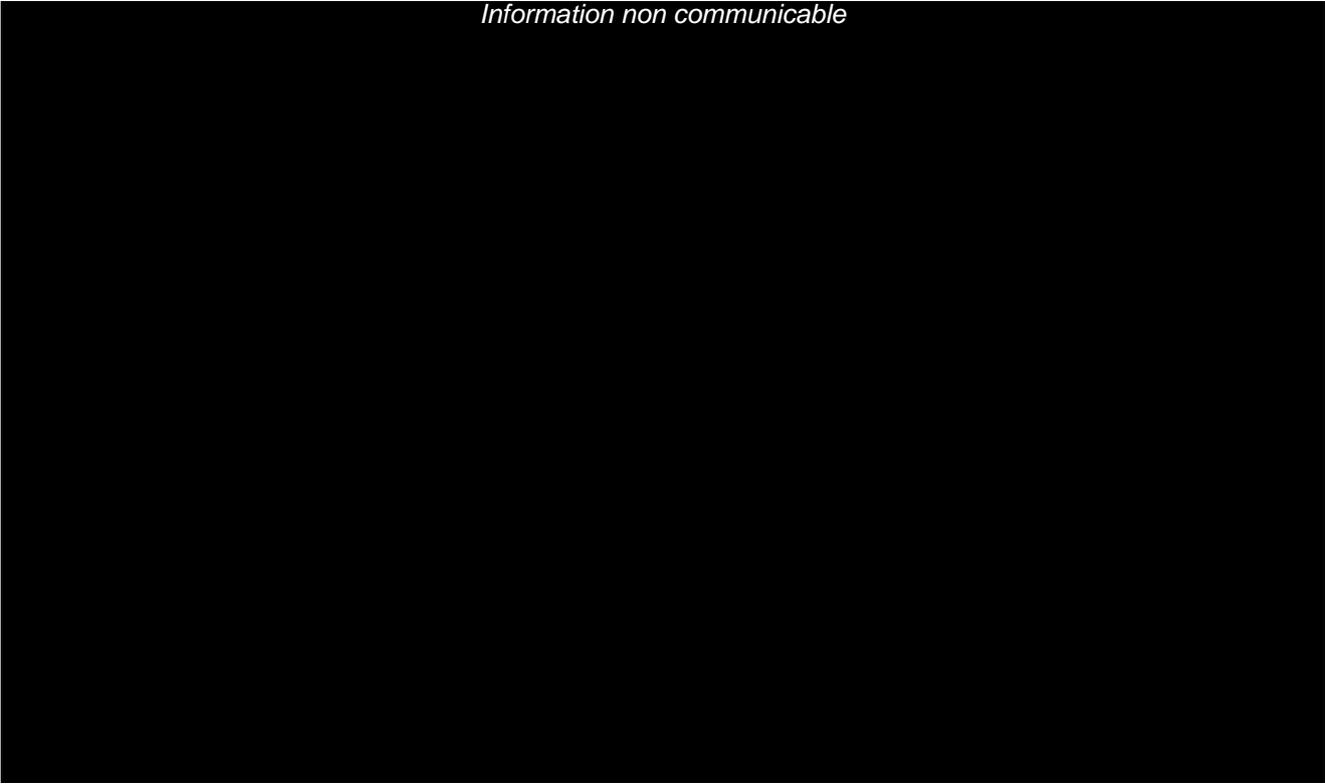
Information non communicable



Les débits des polluants présents dans les fumées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Débit de polluants en kg/s

Information non communicable



3.3. Présentation du modèle numérique de la dispersion

Le calcul de la dispersion dans l'atmosphère est réalisé avec le logiciel PHAST sous la version 8.7.

Ce logiciel, commercialisé par DNV Software, est largement utilisé dans l'industrie pour l'estimation des conséquences d'accidents. Il a été rigoureusement validé et vérifié en continu par des experts depuis plus de 30 ans. Le logiciel comporte un module de dispersion atmosphérique appelé « UDM » pour Unified Dispersion Model. Cet outil est un modèle intégral qui permet de prendre en compte les mécanismes physiques des fluides tels que :

- la turbulence dynamique lors de rejet sous forme de jet ;
- les effets de gravité pour les gaz lourds ;
- les effets de flottabilité pour les gaz légers ;
- ...

Le modèle intégral utilise un modèle gaussien pour calculer la trajectoire et la dilution du panache dans sa phase passive.

Le terrain est supposé plat et homogène. Le seul paramètre pouvant être renseigné pour caractériser les effets du terrain sur le champ de vent est la rugosité, qui traduit la présence d'«obstacles » susceptibles de perturber l'écoulement du fluide. Les simulations reposent donc en grande partie sur les conditions météorologiques.

Les principaux paramètres météorologiques intéressant la dispersion sont le vent (vitesse et direction) ainsi que la structure verticale de l'atmosphère (stabilité, vent ascendant, turbulence, inversion de température...). Dans le cadre d'une étude de dangers, l'utilisation des classes de Pasquill est préconisée, notamment dans la circulaire du 10 mai 2010.

3.4. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques exploitées pour les différentes simulations sont celles indiquées dans la *Circulaire du 10 mai 2010* récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) dans les Installations Classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Afin de gagner en clarté, ces conditions sont résumées dans le tableau ci-après.

Tableau 4: Conditions météorologiques utilisées pour les simulations numériques

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	Classe de stabilité atmosphérique (Pasquill)	Vitesse de vent (à 10 m du sol)	Température au sol*
A3	A : Très instable	3 m/s	20°C
B3	B : Instable	3 m/s	20°C
B5	B : Instable	5 m/s	20°C
C5	C : Instable/Neutre	5 m/s	20°C
C10	C : Instable/Neutre	5 m/s	20°C
D5	D : Neutre	5 m/s	20°C
D10	D : Neutre	10 m/s	20°C
E3	E : Stable	3 m/s	20°C
F3	F : Très stable	3 m/s	15°C

*Les températures indiquées sont celles recommandées dans la Circulaire du 10/05/2010.

3.5. Évaluation de l'intensité du phénomène

✚ Évaluation de la toxicité accidentelle

Les seuils considérés sont ceux indiqués dans l'Annexe II de l'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.

Tableau 5: Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques - toxicité accidentelle

SEUILS d'EFFETS TOXIQUES pour l'HOMME par INHALATION			
Durée d'exposition	Types d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
De 1 à 60 minutes	Létaux	SELS (CL 5 %) SPEL (CL 1 %)	Courbes de toxicité aiguë par inhalation – ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement - 1998.
	Irréversibles	SEI	Seuils de toxicité aiguë - Émissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère - Ministère de l'écologie et du développement durable - Institut national de l'environnement industriel et des risques - 2003.
	Réversibles	SER	-
SELS : Seuil des Effets Létaux significatifs SPEL : Seuil des Premiers Effets Létaux SEI : Seuil des Effets Irréversibles			

Les valeurs utilisées pour évaluer la toxicité des fumées sont reportées dans le tableau qui va suivre.

Le temps d'exposition considéré est de 60 minutes (durée d'exposition maximale).

Afin de considérer les effets cumulés (« effet cocktail »), il est défini un *seuil toxicologique équivalent*.

À chaque type d'effet correspond un seuil équivalent défini par la formule suivante :

$$\text{Seuil}_{\text{eq}} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\text{Seuil}_i}} \quad \text{Avec } n : \text{ nombre de composés}$$

X_i : fraction massique de polluant exprimée en pourcentage

Tableau 6: Valeurs de référence pour l'évaluation de la toxicité des fumées

POLLUANTS	Unité	SEI	SPEL	SEIs
Dioxyde de carbone CAS : 124-38-9	[mg/m ³]	73 200 (IDLH)	73 200* (IDLH)	73 200* (IDLH)
Monoxyde de carbone CAS : 630-08-0	[mg/m ³]	920	3 680	3 680*
Monoxyde d'azote CAS : 10102-43-9	[mg/m ³]	98	738	738*
Dioxyde de soufre CAS : 7446-09-5	[mg/m ³]	211	1 885	2 231
Chlorure d'hydrogène CAS : 7647-01-0	[mg/m ³]	60	358	565
Fluorure d'hydrogène CAS : 7647-39-3	[mg/m ³]	82	155	232
Bromure d'hydrogène CAS : 10035-10-6	[mg/m ³]	501	4 512	5 635
Acide phosphorique CAS : 7664-38-2	[mg/m ³]	30 (ERPG 2)	150 (ERPG 3)	150* (ERPG 3)
Seuil Équivalent Stock MP	[mg/m ³]	45 649	252 202	292 489
Seuil Équivalent Stock PF	[mg/m ³]	33 141	197 919	221 016

*Considéré comme égal au SPEL ou SEI (hypothèse majorante)

- IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health / Danger immédiat pour la vie ou la santé) : seuil sans effets irréversibles pour un délai de 30 minutes

- ERPG 2 (Emergency Response Planning Guidelines) : seuil pour un délai de 1 heure sans effets irréversibles

- ERPG 3 (Emergency Response Planning Guidelines) : seuil pour un délai de 1 heure sans effets létaux

3.6. Résultats des modélisations - Toxicité accidentelle

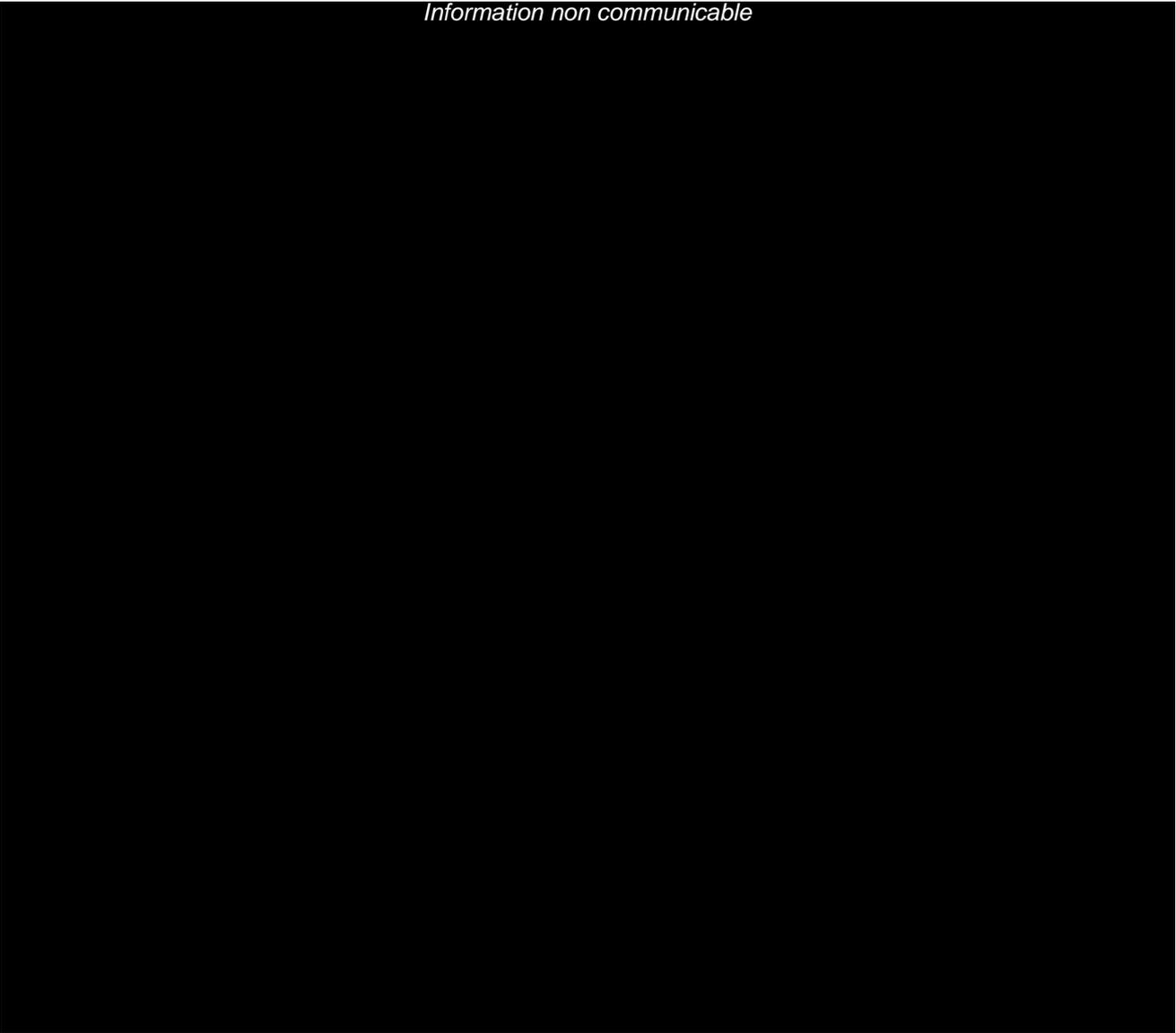
Les modélisations ont été calculées pour une cible située :

- À 1,8 mètre du sol [hauteur moyenne des voies respiratoires pour l'Homme] ;
- À 10 mètres du sol [hauteur maximale de la plupart des bâtiments voisins] ;
- À 28 mètres du sol [hauteur de certains des bâtiments voisins].

Les tableaux des dépassements des seuils équivalents de toxicité pour les quatre phases étudiées des incendies de matières premières et de produits finis sont présentés ci-après.

Tableau 7: Distances maximales de dépassement des seuils équivalents de toxicité pour l'ensemble des polluants par rapport au bord du foyer

Information non communicable



Information non communicable

✚ Scénario N°1 – Incendie du stockage des matières premières

La cartographie des zones de danger les plus défavorables pour l'ensemble des polluants est présentée ci-après pour une hauteur de 28 m (seule hauteur étudiée pour laquelle les seuils sont dépassés).

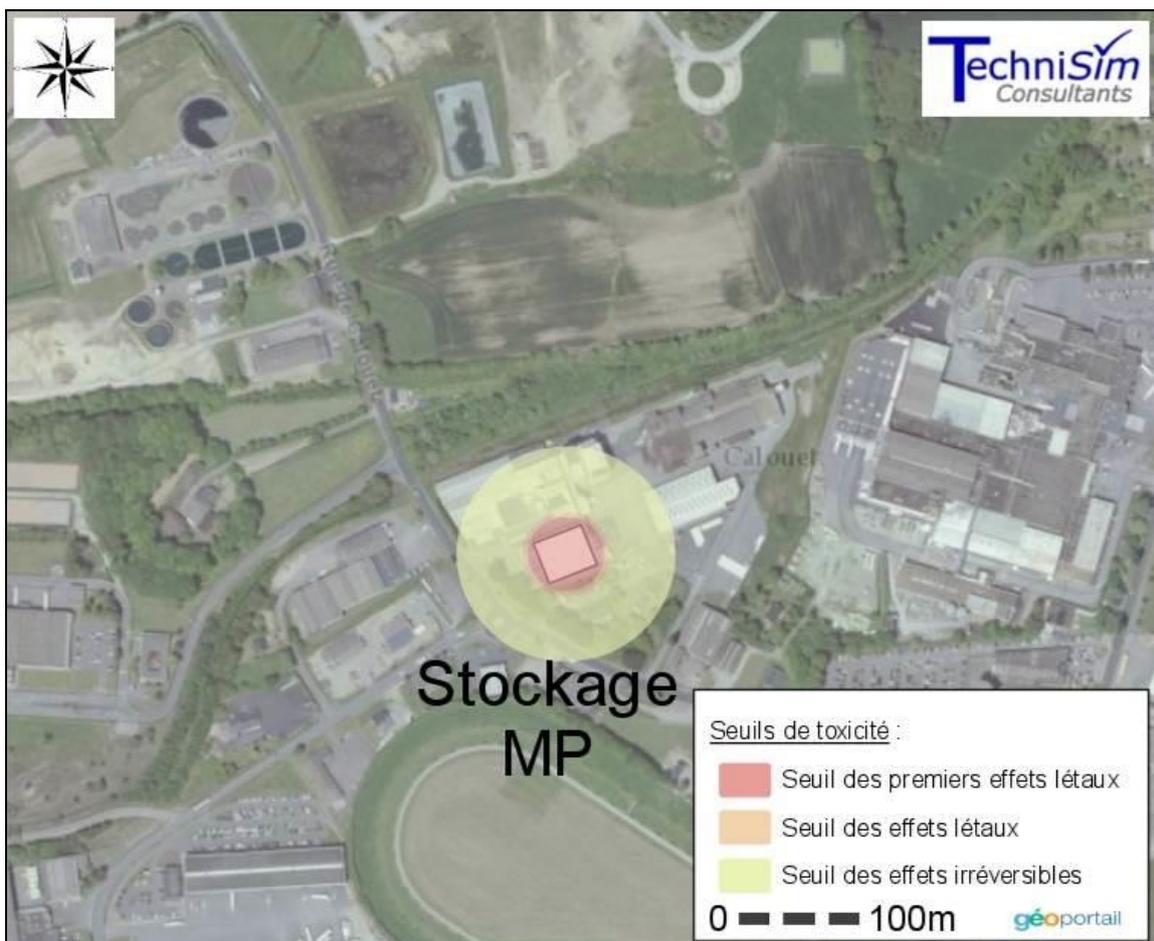


Figure 4: Zones de dangers pour l'incendie du stockage MP – Cible située à 28 mètre du sol

Les graphiques suivants présentent les profils de panache de fumée pour les différentes conditions météorologiques selon les seuils de toxicité considérés.

En condition météorologique défavorable, les bâtiments voisins de la société Invivo peuvent être impactés par un dépassement du seuil des effets irréversibles à 28 m.

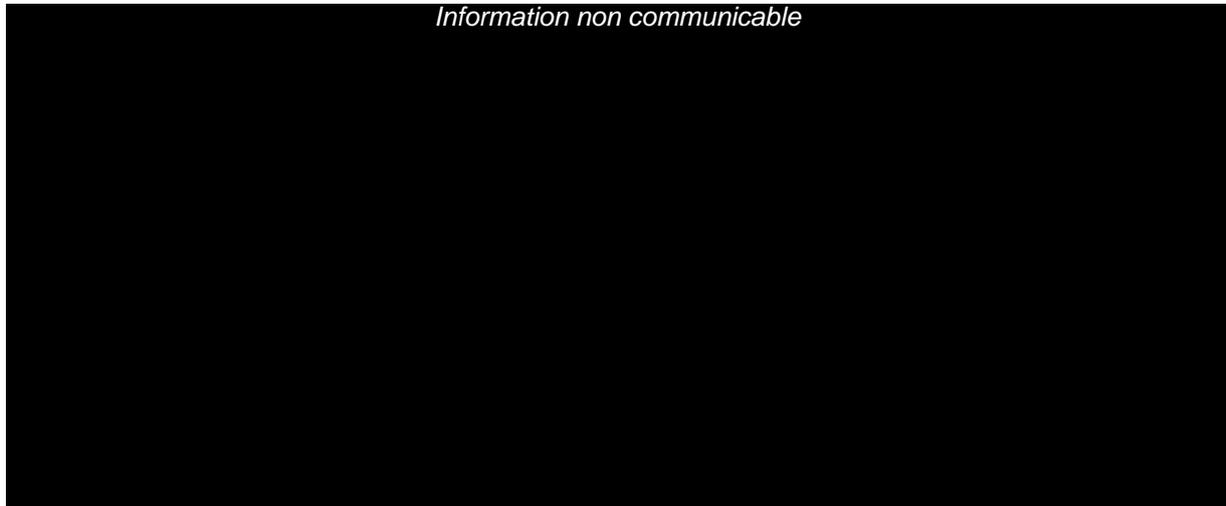


Figure 5: Atteinte du seuil des effets irréversibles en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP



Figure 6: Atteinte du seuil des premiers effets létaux en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP

Information non communicable

Figure 7: Atteinte du seuil des effets létaux significatifs en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock MP

✚ Scénario N°2 – Incendie du stockage des produits finis

La cartographie des zones de danger les plus défavorables pour l'ensemble des polluants est présentée ci-après pour une hauteur de 28 m (seule hauteur pour laquelle les seuils sont dépassés).

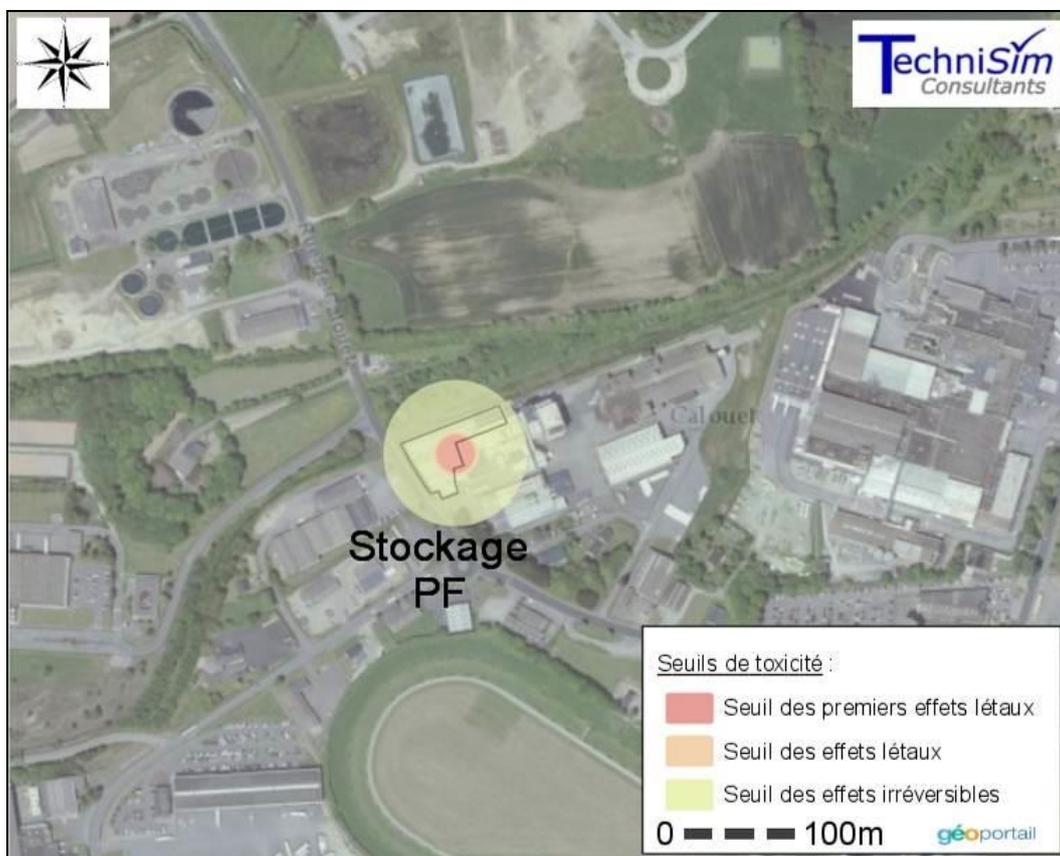


Figure 8: Zones de dangers pour l'incendie du stockage PF – Cible située à 28 mètre du sol

Les graphiques suivants présentent les profils de panache de fumée pour les différentes conditions météorologiques selon les seuils de toxicité considérés.

En condition météorologique défavorable, les bâtiments voisins de la société Invivo peuvent être impactés par un dépassement du seuil des effets irréversibles à 28 m.



Figure 9: Atteinte du seuil des effets irréversibles en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF

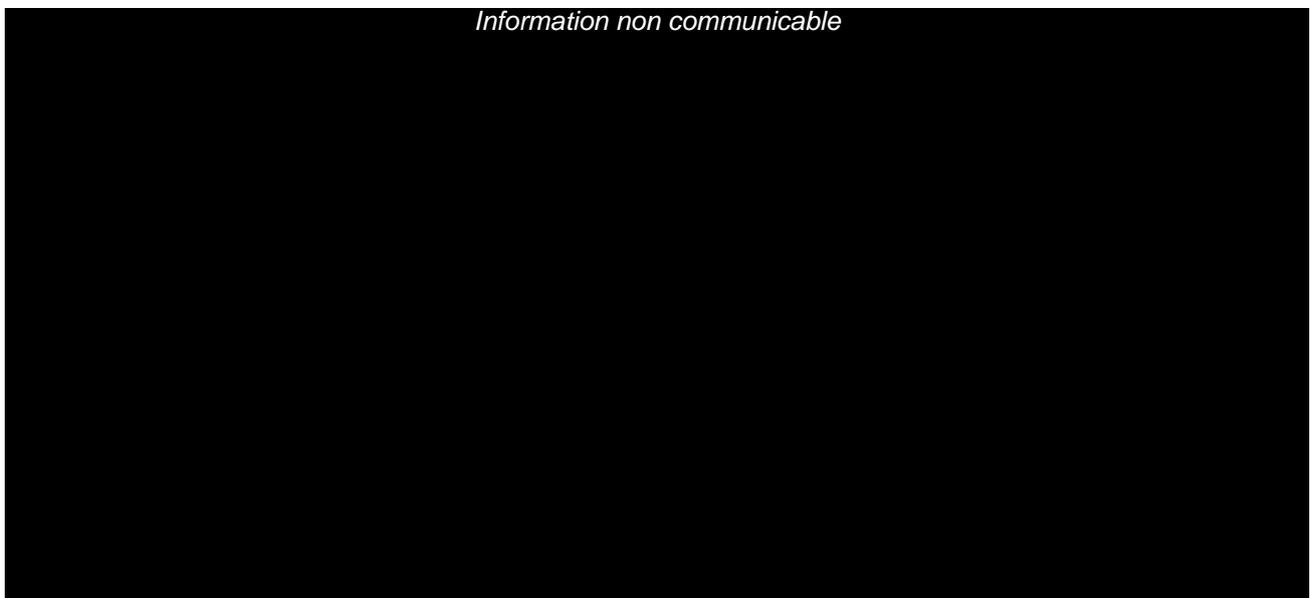


Figure 10: Atteinte du seuil des premiers effets létaux en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF

Information non communicable



Figure 11: Atteinte du seuil des effets létaux significatifs en phase 2 de l'incendie, phase la plus défavorable pour un récepteur à 28m – Stock PF

4. Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Opacité des fumées

4.1. Méthodologie

La visibilité à travers un panache de fumée peut être évaluée à l'aide du modèle de Steinert², établissant une relation proportionnelle empirique entre la densité optique et la concentration en dioxyde de carbone.

Ce modèle utilise la formule suivante pour le calcul de la distance de visibilité :

$$V = \frac{k}{DO}$$

Avec :

- V : visibilité (m)
- k : coefficient compris entre 1 et 10 selon les auteurs. Il est considéré ici une valeur moyenne de k=5
- DO : densité optique (m⁻¹) : $DO = 36\,040 \times \frac{CO_2}{T}$
- T : température des fumées (K) (au niveau du sol T = T_{ambient})
- CO₂ : fraction volumique de CO₂ (m³ de CO₂ / m³ de mélange gazeux)

4.2. Visibilité dans le panache de fumées – Seuil considéré

Le Service d'étude sur les transports, les routes et leurs aménagements (Sétra) a défini des seuils de visibilité sur axe routier en fonction de la vitesse autorisée (Sétra, « *Savoirs de base en sécurité routière* », novembre 2008). Ces valeurs sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 8: Visibilité minimale en fonction de la vitesse du route

Vitesse (km/h)	30	50	60	70	80	90	100
Visibilité minimale nécessaire	25 m	50 m	65 m	85 m	105 m	130 m	160 m

La RD41, bordant la côté sud du projet, est une route avec une limitation de vitesse de 50 km/h. Par conséquent, une visibilité minimale de 50 m est nécessaire pour ne pas dégrader la sécurité des usagers.

² Steinert, « *Smokes and heat production in tunnel fires* » - Proceedings of the International Conference on Fires in Tunnels, 1994

4.3. Calcul des concentrations maximales de suies dans le panache

Le tableau ci-dessous précise la visibilité au sein du panache au niveau du sol.

Tableau 9: Distance de visibilité minimale dans le panache

Conditions météorologiques	Visibilité minimale dans le panache	Distance du foyer de la visibilité minimale	Visibilité minimale dans le panache	Distance du foyer de la visibilité minimale
	Stock Matières premières		Stock Produits finis	
A3	685 m	42 m	408 m	32 m
B3	5 826 m	1 310 m	3 170 m	1 307 m
B5	4 119 m	398 m	4 456 m	432 m
C5	7 254 m	83 m	5 514 m	67 m
C10	2 124 m	223 m	2 586 m	278 m
D5	2 582 m	71 m	1 826 m	67 m
D10	402 m	43 m	207 m	26 m
E3	103 m	4 m	82 m	1 m
F3	986 m	163 m	1 347 m	204 m

Il est possible de constater que le panache de fumée n'entraînera pas de visibilité inférieure à 50 m, ce qui permet de conserver une circulation en sécurité même en situation défavorable sur la RD41 située au sud du site.

5. Conclusion

Ce document a fait état des modélisations relatives à la dispersion atmosphérique des fumées toxiques issues des incendies susceptibles de se produire au sein d'un projet de restructuration des activités de la société SERMIX installée sur le territoire de la commune de **Loudéac** (Côtes-d'Armor/22).

Il a été examiné les effets liés aux toxicités aiguës et chroniques des fumées, ainsi que la visibilité au sein du panache.

Le rapport présente la méthodologie mise en œuvre afin de réaliser cette prestation, ainsi que les résultats obtenus.

Les modélisations démontrent que les seuils de toxicité ne seront pas atteints à hauteur d'homme, et que la visibilité sur la RD41 au sud du site permettra la bonne circulation des véhicules sur cette voie.

**INFORMATION
IMPORTANTE**

Ces résultats ne sont valables que pour les hypothèses de travail considérées et ne sont en aucun cas transposables à d'autres scénarios.
L'appropriation et l'usage des résultats sont de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Contact

Technisim Consultants
316 rue Paul Bert
69003 Lyon

Ligne fixe : 04 37 69 92 80

@ : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet associé à la présente étude.

Toute utilisation à d'autres fins que celles du projet concerné appellera obligatoirement une autorisation d'exploitation.

ADDENDA

L'absence de remarque sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.

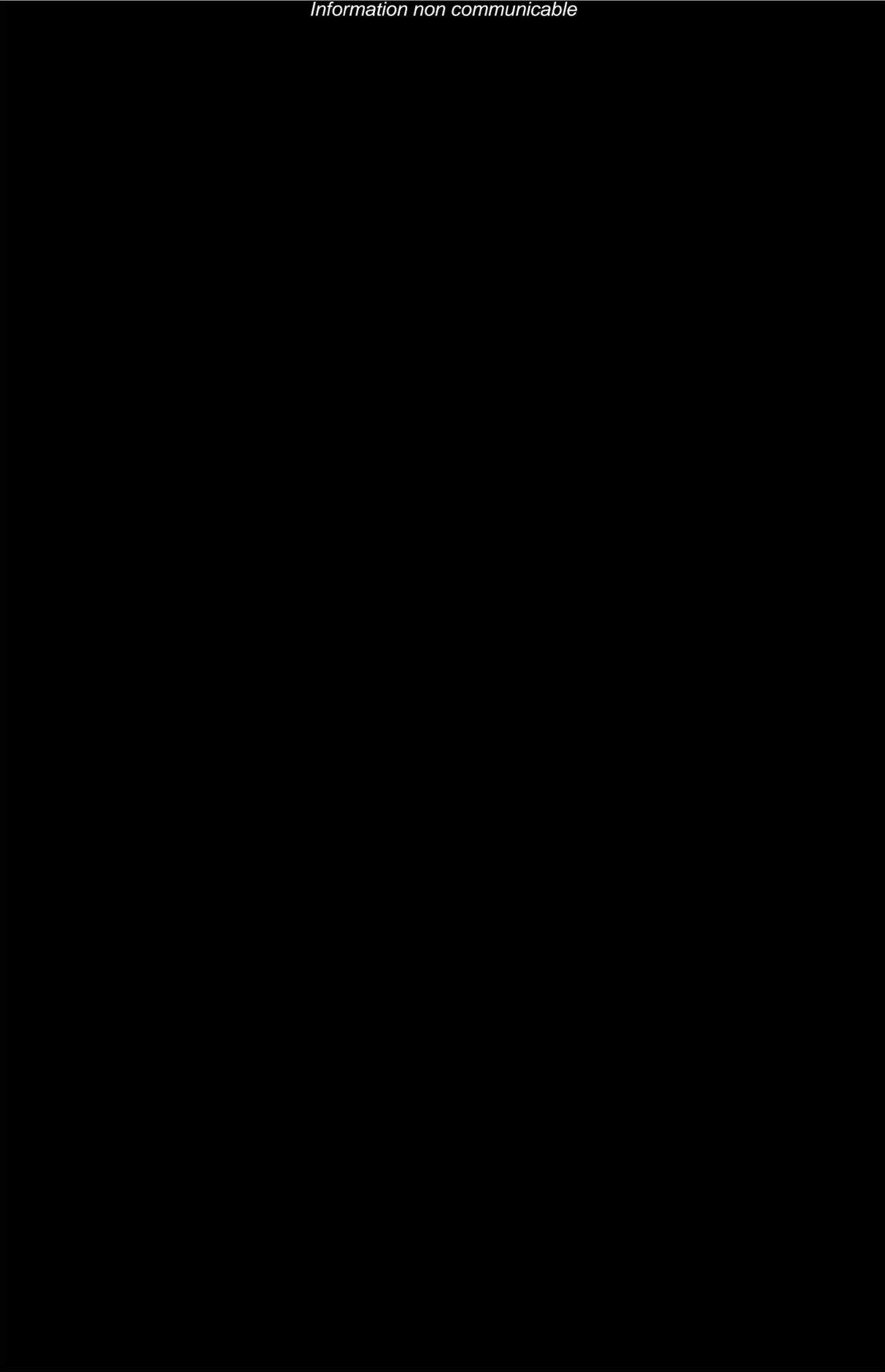
Toute reprise mineure ou majeure ultérieure conditionnera éventuellement un avenant financier spécifique.

Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs est inclus dans notre prestation.

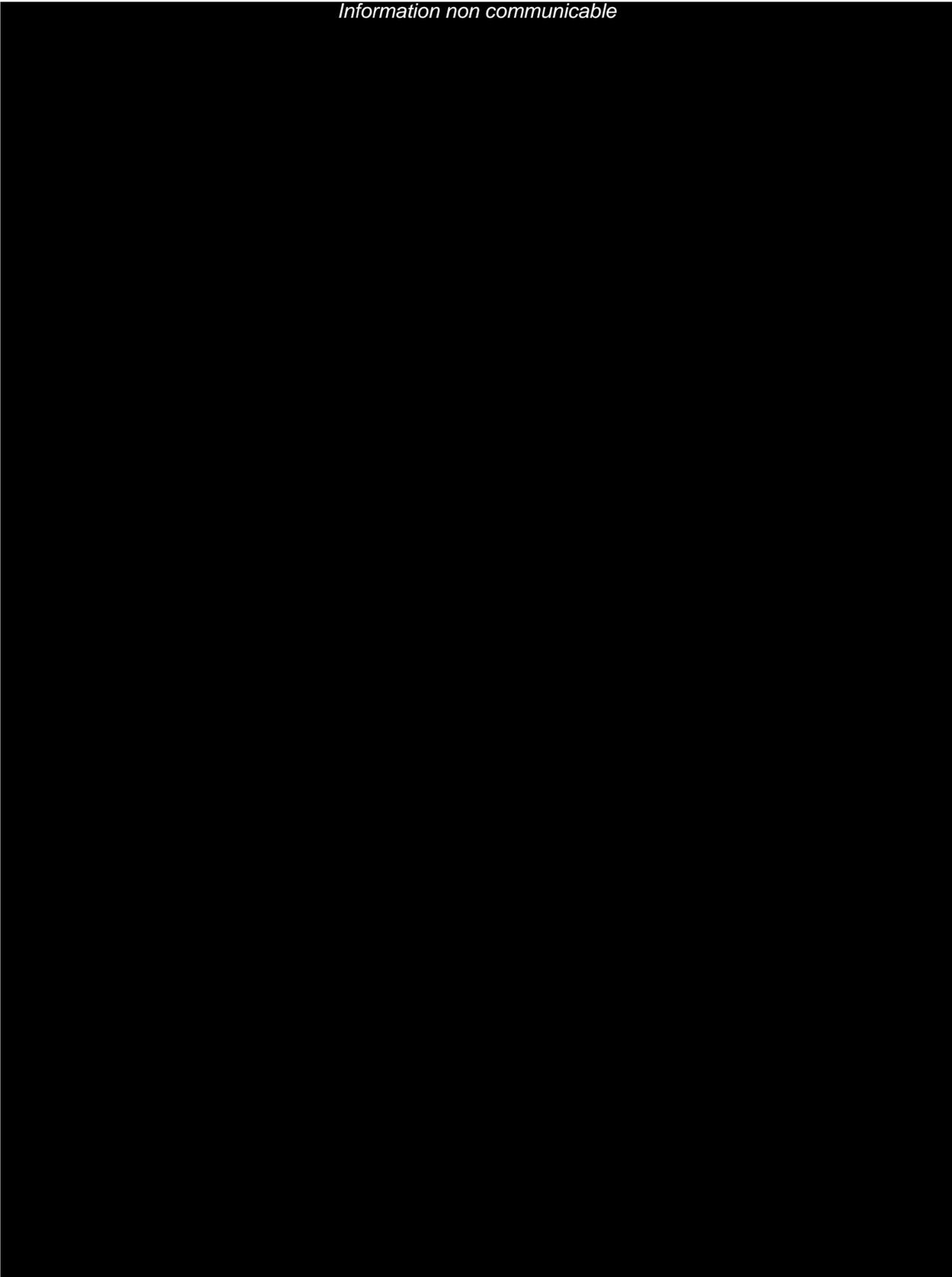
→ FIN de DOCUMENT ←

Annexe 9 : Préaffectation des silos

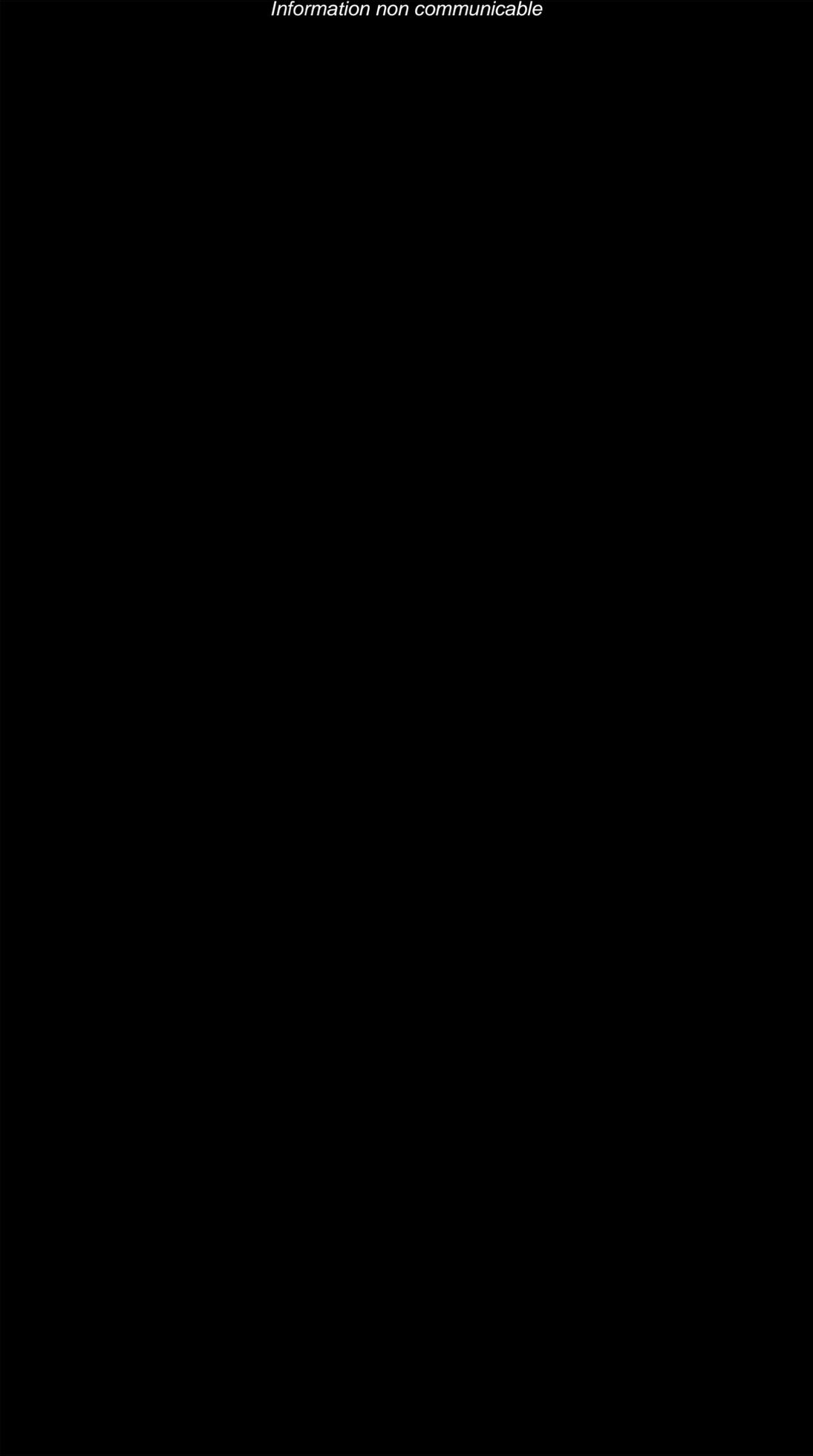
Information non communicable



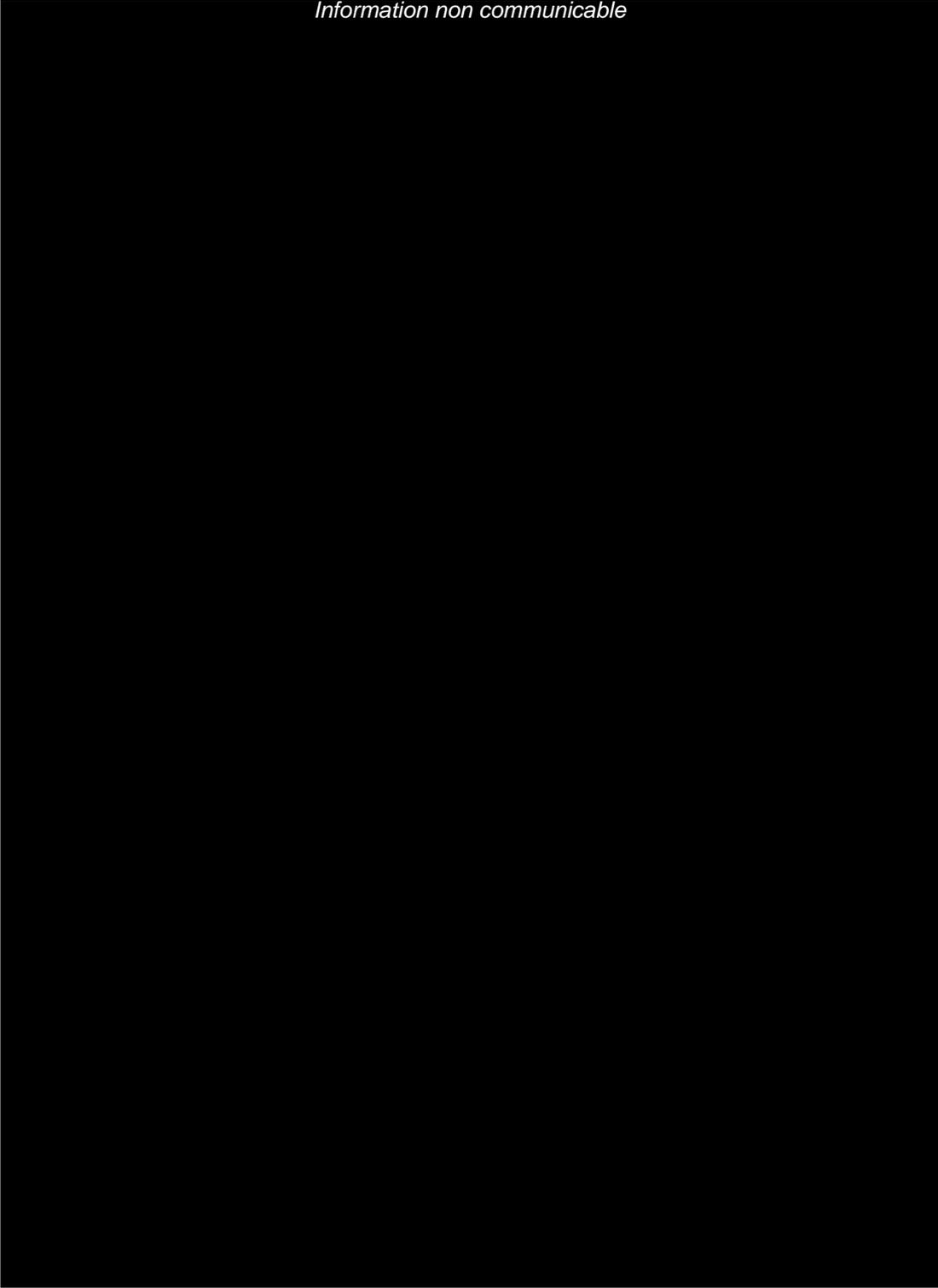
Information non communicable



Information non communicable



Information non communicable



Silos de stockage non visés par la rubrique 2160

Type	Silo
Cuves liquide	CL01
Cuves liquide	CL03
Boisseau sur presse	PM1
Boisseau sur presse	PM2
Boisseau sur presse	RP01
Boisseau sur presse	RP02
Boisseau sur presse	SM1
Boisseau sur presse	SM2
Cellule PF	ACC1
Cellule PF	ACC2
Cellule PF	BB1
Cellule PF	BB2
Cellule PF	BB3
Cellule PF	BB4
Cellule PF	BB5
Cellule PF	BB6
Cellule PF	BB7
Cellule PF	BB8
Cellule PF	E1
Cellule PF	E2
Cellule PF	E3
Cellule PF	E4
Cellule PF	ENS4
Cellule PF	ENS5
Cellule PF	ENS7
Cellule PF	ENS8
Cellule PF	GR1
Cellule PF	GR2
Cellule PF	SM3
Cellule PF	SM4
Cellule PF	SM6
Cellule PF	SM7
Cellule PF	V01
Cellule PF	V02
Cellule PF	V03
Cellule PF	V04
Cellule PF	V05
Cellule PF	V06
Cellule PF	V07
Cellule PF	V08
Cellule PF	V09
Cellule PF	V10
Cellule PF	V11
Cellule PF	V12
Cellule PF	V13
Cellule PF	V14
Cellule PF	VAB7

Silos de stockage non visés par la rubrique 2160

Cellule PF	VE01
Cellule PF	VE02
Cellule PF	VE03
Cellule PF	VE04
Cellule PF	VF01
Cellule PF	VF02
Cellule PF	VF03
Cellule PF	VF04
Cellule PF	VF05
Cellule PF	VF06
Cellule PF	VF07
Cellule PF	VF08
Cellule PF	VF09
Cellule PF	VF10
Cellule PF	VF11
Cellule PF	VF12
Cellule PF	VF13
Cellule PF	VF14
Cellule PF	VF15
Cellule PF	VF16
Cellule PF	VG1
Cellule PF	VG2
Cellule PF	VG3
Cellule PF	VG4
Cellule PF	VG5

Annexe 10 : Plan d'implantation des principaux silos (non largement diffusable)

Information non communicable

Information non communicable

Information non communicable

Annexe 11 : Plans des silos d'envergure

Annexe 12 : Caractéristiques de résistances des silos

Annexe 13 : Plan d'implantation des canalisations gaz aérienne

