

## Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

### Construction d'une unité de production de 1,3-propanediol (PDO) et d'acide butyrique (AB)

Plateforme de Carling – Saint-Avold (57)



## Partie 6 – Etude de dangers

Approuvé par	VILLARET Elsa	Ingénieur Maîtrise des Risques Industriels	05/03/2018	
Vérifié par	MARTEAU Yann	Responsable activité Maîtrise des Risques Industriels – Site de Saint-Aubin	05/03/2018	
Rédigé par	VILLARET Elsa	Ingénieur Maîtrise des Risques Industriels	05/03/2018	
	Nom et Prénom	Fonction	Date	Visa



# Sommaire

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Données générales sur le site, son environnement et son organisation.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Description des installations et de leur fonctionnement.....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Identification des risques liés aux produits .....</b>	<b>10</b>
4.1.	Liste des produits .....	10
4.2.	Risques liés aux produits et dispositions générales prises .....	13
4.2.1.	Etiquetages et mentions de dangers.....	13
4.2.2.	Inflammabilité et explosivité .....	19
4.2.3.	Toxicité.....	20
4.2.4.	Ecotoxicité.....	21
4.3.	Incompatibilités produits / produits et produits / matériaux.....	22
4.4.	Conclusion sur les risques liés aux produits.....	26
<b>5.</b>	<b>Analyse des antécédents et enseignements tirés du retour d'expérience ..</b>	<b>27</b>
5.1.	Antécédents internes au site .....	27
5.2.	Antécédents dans des installations similaires .....	27
5.2.1.	Fermentation .....	28
5.2.2.	Méthanisation.....	30
5.2.3.	Glycérine .....	31
5.2.4.	Ammoniaque .....	32
5.2.5.	MIBK (méthylisobutylcétone) .....	33
5.3.	Enseignements tirés du retour d'expérience .....	33
<b>6.</b>	<b>Analyse des risques liés à l'environnement.....</b>	<b>35</b>
6.1.	Environnement comme milieu à protéger et dispositions générales prises.....	35
6.1.1.	Environnement humain .....	35
6.1.2.	Environnement industriel.....	35
6.1.3.	Voies de communication .....	38
6.1.3.1.	Réseau routier .....	38
6.1.3.2.	Réseau ferroviaire .....	38
6.1.3.3.	Réseau aérien .....	38
6.1.4.	Canalisations et réseaux.....	39

6.1.4.1.	Ouvrages Haute Tension.....	39
6.1.4.2.	Canalisations enterrées .....	39
6.2.	Environnement comme facteur de risques et dispositions générales prises.....	41
6.2.1.	Risques liés à l'environnement humain.....	41
6.2.2.	Dangers présentés par les installations voisines .....	41
6.2.3.	Risques présentés par la circulation .....	44
6.2.3.1.	Axes routiers.....	44
6.2.3.2.	Circulation ferroviaire.....	45
6.2.3.3.	Axes aériens .....	45
6.2.4.	Canalisations et réseaux.....	46
6.2.5.	Environnement naturel comme facteur de risque .....	47
6.2.5.1.	Inondation .....	47
6.2.5.2.	Sismicité .....	48
6.2.5.3.	Mouvement de terrain.....	49
6.2.5.4.	Risque de feu de forêt .....	49
6.2.5.5.	Risque foudre .....	50
6.2.5.6.	Conditions climatiques extrêmes .....	50
<b>7.</b>	<b>Identification des dangers liés aux opérations et aux équipements .....</b>	<b>51</b>
7.1.	Préambule .....	51
7.2.	Section 1 : Stockage de glycérine et pré-traitement.....	54
7.2.1.	Périmètre de la section .....	54
7.2.2.	Description des installations.....	54
7.2.3.	Potentiels de dangers .....	55
7.2.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	55
7.2.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	55
7.2.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	55
7.3.	Section 2 : Fermentation .....	56
7.3.1.	Périmètre de la section .....	56
7.3.2.	Description des installations.....	56
7.3.3.	Potentiels de dangers .....	57
7.3.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	57
7.3.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	57
7.3.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	57
7.3.3.4.	ERC 2_1 Explosion du fermenteur .....	57
7.4.	Section 3 : Séparation de la biomasse.....	59

7.4.1.	Périmètre de la section .....	59
7.4.2.	Description des installations.....	59
7.4.3.	Potentiels de dangers .....	59
7.4.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	59
7.4.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	60
7.4.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	60
7.5.	Section 4 : Purification du PDO.....	61
7.5.1.	Périmètre de la section .....	61
7.5.2.	Description des installations.....	61
7.5.3.	Potentiels de dangers .....	61
7.5.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	61
7.5.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	62
7.5.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	62
7.5.3.4.	ERC 4_1 Epanchage de PDO dans la cuvette de rétention de la colonne T701 .....	63
7.5.3.5.	ERC 4_2 Explosion d'une colonne sous vide .....	64
7.5.3.6.	ERC 4_3 Pressurisation lente d'un bac de PDO .....	65
7.6.	Section 5 : Purification de l'Acide butyrique (AB) .....	66
7.6.1.	Périmètre de la section .....	66
7.6.2.	Description des installations.....	66
7.6.3.	Potentiels de dangers .....	66
7.6.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	66
7.6.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	67
7.6.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	67
7.6.3.4.	ERC 5_1 Epanchage de MIBK dans la cuvette de rétention.....	68
7.6.3.5.	ERC 5_2 Explosion du bac de stockage de MIBK.....	69
7.6.3.6.	ERC 5_3 Explosion de la colonne T851 contenant du MIBK .....	70
7.6.3.7.	ERC 5_4 Explosion de la colonne T861 contenant de l'AB.....	71
7.6.3.8.	ERC 5_5 Pressurisation lente d'un bac de MIBK .....	72
7.7.	Section 6 : Equipements auxiliaires, utilités .....	73
7.7.1.	Périmètre de la section .....	73
7.7.2.	Description des installations.....	73
7.7.3.	Potentiels de dangers .....	75
7.7.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	75
7.7.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	75
7.7.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	76
7.7.3.4.	ERC 6_1 Rupture franche d'une tuyauterie de gaz naturel .....	76

7.7.3.5.	ERC 6_2 Explosion de la chambre de combustion de la chaudière .....	77
7.7.3.6.	ERC 6_3 Incendie de la zone de stockage de déchets .....	78
7.7.3.7.	ERC 6_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention .....	78
7.8.	Section 7 : Traitement des effluents liquides et gazeux .....	79
7.8.1.	Périmètre de la section .....	79
7.8.2.	Description des installations.....	79
7.8.3.	Potentiels de dangers .....	80
7.8.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	80
7.8.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	80
7.8.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	81
7.8.3.4.	ERC 7_1 Explosion du méthaniseur .....	81
7.8.3.5.	ERC 7_2 Eclatement du scrubber .....	82
7.9.	Section 8 : Emploi du Butyrate de sodium.....	83
7.9.1.	Périmètre de la section .....	83
7.9.2.	Description des installations.....	83
7.9.3.	Potentiels de dangers .....	83
7.9.3.1.	Identification des potentiels de dangers .....	83
7.9.3.2.	Réduction des potentiels de dangers .....	83
7.9.3.3.	Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers .....	84
7.9.3.4.	ERC 8_1 Explosion du silo de butyrate .....	84
7.10.	Tableau récapitulatif des phénomènes dangereux étudiés .....	85
7.11.	Analyse détaillée des modes de libération des potentiels de danger dont les effets sortent du site .....	86
7.11.1.	Préambule.....	86
7.11.2.	ERC 2_1 Explosion du fermenteur.....	87
7.11.3.	ERC 6_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention .....	88
7.12.	Mesures de maîtrise des risques .....	90
<b>8.</b>	<b>Positionnement des accidents majeurs de l'installation conformément à l'arrêté du 26/05/14 relatif à la prévention des accidents majeurs .....</b>	<b>92</b>
8.1.	Evaluation de la gravité .....	92
8.1.1.	ERC 2_1 Explosion du fermenteur.....	93
8.1.2.	ERC 6_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention .....	93
8.2.	Tableau récapitulatif des phénomènes majeurs étudiés .....	94
8.3.	Positionnement des accidents majeurs dans la matrice d'acceptabilité.....	95

8.4.	Conclusion.....	95
<b>9.</b>	<b>Organisation et moyens d'intervention.....</b>	<b>96</b>
9.1.	Moyens d'alerte .....	96
9.1.1.	Organisation générale.....	96
9.1.2.	Moyens matériels .....	96
9.2.	Moyens d'intervention .....	97
9.2.1.	Organisation générale.....	97
9.2.2.	Moyens matériels .....	97
9.2.2.1.	Moyens d'intervention en cas d'incendie .....	97
9.2.2.2.	Moyens d'intervention en cas de pollution .....	98
9.2.3.	Moyens externes.....	99
<b>10.</b>	<b>Annexe .....</b>	<b>101</b>
10.1.	Annexe 1 : Rapport de modélisations .....	101
10.2.	Annexe 2 : Nœuds papillons .....	102
10.3.	Annexe 3 : Cartographie des distances d'effets.....	103
10.4.	Annexe 4 : Fiches de données de sécurité .....	104

# 1. Introduction

METabolic Explorer (METEX) exploite un pilote de fabrication de 1,3- propanediol (PDO) et d'acide butyrique (AB) sur le site du biopôle de Clermont Limagne- Saint-Beauzire (63).

Ces deux produits sont obtenus à partir de glycérine brute comme source de carbone. La glycérine utilisée est majoritairement issue de la fabrication du biodiesel (chimie verte).

Dans le cadre de l'industrialisation du procédé pour une capacité de production de PDO de 5 000 tonnes par an et de 1 085 tonnes par an d'acide butyrique, METEX souhaite développer les installations sur la plateforme de Carling – Saint-Avoid (57).

Le présent document constitue la Partie 6 du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE), relative à l'étude de dangers.

L'étude de dangers rend compte de l'examen effectué par l'exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de son installation. L'étude de dangers identifie les situations accidentelles majeures, c'est-à-dire, susceptibles de présenter des effets au-delà des limites de propriété du site.

La présente étude de dangers est réalisée conformément à 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.

Les différentes parties traitées dans l'étude sont les suivantes :

- ▶ Données générales sur le site, son environnement et son organisation
- ▶ Description des installations et de leur fonctionnement
- ▶ Identification des risques liés aux produits
- ▶ Analyse des antécédents et enseignements tirés du retour d'expérience
- ▶ Analyse des risques liés à l'environnement
  - ▷ Environnement comme milieu à protéger
  - ▷ Environnement comme facteur de risques
- ▶ Identification des dangers liés aux opérations et aux équipements
- ▶ Matrice Mesure de Maîtrise des Risques – Acceptabilité du risque
- ▶ Organisation et moyens d'intervention

## **2. Données générales sur le site, son environnement et son organisation**

La description détaillée du site et de son environnement est réalisée en partie 5 « Etude d'impact » du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

## **3. Description des installations et de leur fonctionnement**

La description détaillée des installations est réalisée en partie 3 « Notice descriptive du site » du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Par ailleurs, la situation réglementaire du projet est développée en partie 1 « Objet de la demande » du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Pour rappel, le site en projet sera donc classé à Autorisation sous la rubrique ICPE 2270, relative à la fabrication d'acides butyrique, citrique, glutamique, lactique et autres acides organiques alimentaires. Le site sera également classé à Autorisation selon la Directive IED pour la rubrique 3410-b : Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques organiques.

## 4. Identification des risques liés aux produits

### 4.1. Liste des produits

Les produits mis en jeu dans le procédé sont présentés ci-après :

Catégorie	Nom	Formule brute	Conditionnement
Matières premières	Glycérine ou 1,2,3-Propanetriol	$C_3H_8O_3$	Bac
Matières premières auxiliaires	Acide sulfurique (98%)	$H_2SO_4$	Bac
	Acide P-AminoBenzoïque (PABA)	$C_7H_7NO_2$	Sac
	Biotine	$C_{10}H_{16}N_2O_3S$	Flacon
	Chlorure de cuivre(II) hydraté	$CuCl_2, 2H_2O$	Sac
	Chlorure de cobalt(II) hydraté	$CoCl_2, 2H_2O$	Sac
	Chlorure d'ammonium	$NH_4Cl$	Sac
	Glycérol	$C_3H_8O_3$	IBC
	Phosphate de potassium monobasique	$KH_2PO_4$	Sac
	Phosphate de potassium dibasique	$K_2HPO_4$	Sac
	Solution d'ammoniaque (25%)	$NH_4OH$	Bac
	Sulfate de fer(II) hydraté	$FeSO_4, 2H_2O$	Sac
	Sulfate de magnésium hydraté	$MgSO_4, 2H_2O$	Sac
	Sulfate de manganèse (II) hydraté	$MnSO_4, 2H_2O$	Sac

Catégorie	Nom	Formule brute	Conditionnement
Co-produit	Acide acétique	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	/
	Acide isobutyrique	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	/
	Acide lactique	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	/
	Acide propionique	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	/
Autres produits	Acide nitrique (50%)	HNO <sub>3</sub>	IBC
	BIOSPUMEX 153K (Antimousse)	-	IBC ou fût
	Charbon actif (Norit_GAC_1240)	-	Big bag ou sac
	Charbon actif (FILTRASORB 400 C)	-	
	Chlorure ferrique 40%	FeCl <sub>3</sub>	Bac
	Hypochlorite de sodium (13%)	NaClO	IBC ou fût
	MéthylIsoButylCetone (MIBK)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	IBC ou fût
	Produit traitement TAR biocides	-	IBC ou fût
	Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN7004)	-	IBC ou fût
	Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN8273)	-	
	Produits traitement chaudière anticorrosion	-	IBC ou fût
	Purolite C150H	-	Big bag ou sac
	Purolite C150Na	-	
Soude (50%)	NaOH	Bac IBC	

Catégorie	Nom	Formule brute	Conditionnement
	Polymère MK 53	-	IBC ou fût
	Polymère AID 2223	-	
	REFRIGERANT R1234ZE	-	Non stocké sur le site
Sous-produit	Sulfate d'ammonium	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Benne, Big bag
Produits finis	1,3-propanediol (PDO)	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$	Bac IBC ou fût
	Acide butyrique (AB)	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	Bac IBC ou fût
	Butyrate de sodium	$\text{C}_4\text{H}_7\text{NaO}_2$	Silo, big bag, sac
Utilités	Gaz naturel	Mélange d'hydrocarbures	/
	Biogaz	Mélange d'hydrocarbures	/
	Azote	$\text{N}_2$	/

**Tableau 1 : Liste des produits mis en œuvre dans le procédé**

Pour rappel, le classement ICPE des substances détaillées dans le tableau ci-dessus est présenté en partie 1, relative à « l'Objet de la demande », du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Les fiches de données de sécurité des produits sont présentées en Annexe 4.

## 4.2. Risques liés aux produits et dispositions générales prises

### 4.2.1. Etiquetages et mentions de dangers

Les principaux produits rencontrés sont classés dans le tableau présenté ci-après. Ce tableau indique pour chaque produit :

- ▶ la désignation,
- ▶ le N°CAS (Chemical Abstract Service),
- ▶ son état,
- ▶ l'étiquetage réglementaire selon le Système Global Harmonisé (SGH),
- ▶ les mentions de dangers (Phrases Hxxx).

Pour rappel, les sigles d'étiquetage réglementaire selon le Système Global Harmonisé des substances, mentionnés dans le tableau en pages suivantes, est le suivant :



SGH02

Inflammable



SGH04

Gaz sous pression



SGH05

Corrosif



SGH07

Toxique, irritant, sensibilisant, narcotique.



SGH08

Sensibilisant, mutagène, cancérogène, reprotoxique



SGH09

Danger pour l'environnement

Désignation	Catégorie	N° CAS	Etat	SGH	Mention de dangers
Glycérine	Matières premières	56-81-5	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Acide sulfurique (98%)	Matières premières auxiliaires	7664-93-9	Liquide	 SGH05	H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
Acide P-AminoBenzoïque (PABA)	Matières premières auxiliaires	150-13-0	Solide	 SGH07	H315 : Provoque une irritation cutanée H317 : Peut provoquer une allergie cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335 : Peut irriter les voies respiratoires
Biotine	Matières premières auxiliaires	58-85-5	Poudre	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008.	
Chlorure de cuivre(II) $CuCl_2$	Matières premières auxiliaires	10125-13-0	Poudre	 SGH05  SGH07  SGH09	H290 : Peut être corrosif pour les métaux H302 : Nocif en cas d'ingestion H312 : Nocif par contact cutané H315 : Provoque une irritation cutanée H318 : Provoque des lésions oculaires graves H400 Très toxique pour les organismes aquatiques H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.
Chlorure de Cobalt $CoCl_2$	Matières premières auxiliaires	7791-13-1	Solide	 SGH08  SGH07  SGH09	H302 : Nocif en cas d'ingestion H334 : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation H317 : Peut provoquer une allergie cutanée H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques. H350i : Peut provoquer le cancer par inhalation H360 : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Désignation	Catégorie	N° CAS	Etat	SGH	Mention de dangers
Chlorure d'ammonium	Matières premières auxiliaires	12125-02-9	Solide	 SGH07	H302 : Nocif en cas d'ingestion H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
Glycérol	Matières premières auxiliaires	56-81-5	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Phosphate de potassium monobasique	Matières premières auxiliaires	-	Granulés	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Phosphate de potassium dibasique	Matières premières auxiliaires	7758-11-4	Cristallisé	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Solution d'ammoniaque (25%)	Matières premières auxiliaires	1336-21-6	liquide	 SGH05  SGH09  SGH07	H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H400 Très toxique pour les organismes aquatiques H335 Peut irriter les voies respiratoires
Sulfate de fer FeSO <sub>4</sub>	Matières premières auxiliaires	7782-63-0	Solide	 SGH07	H302 : Nocif en cas d'ingestion H315 : Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
Sulfate de magnésium	Matières premières auxiliaires	7487-88-9	Granulés	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Sulfate de manganèse (II) MnSO <sub>4</sub>	Matières premières auxiliaires	10034-96-5	Poudre	 SGH08  SGH09	H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée. H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Désignation	Catégorie	N° CAS	Etat	SGH	Mention de dangers
Acide acétique	Co-produit	64-19-7	Liquide	 SGH02  SGH05	H226 Liquide et vapeurs inflammables H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires
Acide Isobutyrique	Co-produit	79-31-2	Liquide	 SGH07	H302 : Nocif en cas d'ingestion H312 : Nocif par contact cutané
Acide lactique	Co-produit	79-33-4	Liquide	 SGH05	H315 : Provoque une irritation cutanée H318 : Provoque des lésions oculaires graves
Acide propionique	Co-produit	79-09-4	Liquide	 SGH02  SGH05	H226 Liquide et vapeurs inflammables H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires
Acide nitrique (50%)	Autres produits	697-37-2	Liquide	 SGH05	H290 : Peut être corrosif pour les métaux H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
BIOSPUMEX 153 K (Antimousse)	Autres produits	-	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Charbon actif (Norit_GAC_1240)	Autres produits	-	Solide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Charbon actif (FILTRASORB 400 C)	Autres produits	7440-44-0	Solide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Chlorure ferrique 40%	Autres produits	-	Liquide	 SGH05  SGH07	H290 : Peut être corrosif pour les métaux H302 : Nocif en cas d'ingestion H315 : Provoque une irritation cutanée H318 : Provoque des lésions oculaires graves

Désignation	Catégorie	N° CAS	Etat	SGH	Mention de dangers
Hypochlorite de sodium (13%)	Autres produits	7681-52-9	Liquide	 SGH09  SGH05	H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H400 Très toxique pour les organismes aquatiques
MéthylIsoButylCetone (MIBK) (4-Méthyl-2-Pentanone)	Autres produits	108-10-1	Liquide	 SGH02  SGH07	H225 : Liquide et vapeurs très inflammables H332 : Nocif par inhalation H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335 : Peut irriter les voies respiratoires
Produit traitement TAR biocides	Autres produits	-	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN7004)	Autres produits	-	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN8273)	Autres produits	-	Liquide	 SGH05  SGH07	H290 : Peut être corrosif pour les métaux H315 : Provoque une irritation cutanée H317 : Peut provoquer une allergie cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux.
Produits traitement chaudière anticorrosion	Autres produits	-	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Purolite C150H	Autres produits	-	Solide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Purolite C150Na	Autres produits	-	Solide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008	
Soude (50%)	Autres produits	1310-73-2	Liquide	 SGH05	H290 : Peut être corrosif pour les métaux H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
Polymère MK 53	Autres produits	-	Liquide	N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008.	

Désignation	Catégorie	N° CAS	Etat	SGH	Mention de dangers
Polymère AID 2223	Autres produits	-	Liquide		N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008.
REFRIGERANT R1234ZE	Autres produits	29118-24-9	Gaz liquéfié	 SGH04	H280 : contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur
1,3-propanediol (PDO)	Produits finis	504-63-2	Liquide		N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008.
Acide butyrique (AB)	Produits finis	107-92-6	Liquide	 SGH05  SGH07	H302 : Nocif en cas d'ingestion H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires
Butyrate de sodium	Produits finis	156-54-7	Poudre	 SGH07	H315 : Provoque une irritation cutanée. H319 : Provoque une sévère irritation des yeux. H335 : Peut irriter les voies respiratoires.
Sulfate d'ammonium	Sous-produit	7783-20-2	Solide		N'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008
Gaz naturel (hydrocarbure gazeux en C1-C4)	Utilités	8006 – 14 – 2	Gaz	 SGH02  SGH04	H220 : Gaz extrêmement inflammable H280 : contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur
Biogaz (hydrocarbure gazeux en C1-C4)	Utilités	8006 – 14 – 2	Gaz	 SGH02  SGH04	H220 : Gaz extrêmement inflammable H280 : contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur
Azote	Utilité	7727-37-9	Gaz	 SGH04	H280 : contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur

Tableau 2 : Etiquetage des produits projetés

## 4.2.2. Inflammabilité et explosivité

Parmi les matières premières et produits présents au sein de l'établissement, les produits présentant un caractère inflammable et explosif sont :

- ▶ la MéthylIsoButylCetone (MIBK), étiqueté H225 : Liquide et vapeurs très inflammables.
- ▶ Le gaz naturel composé essentiellement de méthane, étiqueté H220 : Gaz extrêmement inflammable.
- ▶ Le biogaz composé essentiellement de méthane, étiqueté H220 : Gaz extrêmement inflammable.

Ces deux derniers produits sont assimilés à du méthane.

Les principales caractéristiques en termes d'inflammabilité et d'explosivité sont les suivantes :

Produit	Etat	Point éclair	Point d'ébullition	TAI	Température max d'utilisation dans le procédé	Pression de vapeur à 20°C	LIE (vol.)	LES (vol.)
MIBK	Liquide	14°C	114-117°C	448 °C	75°C	1,9 kPa	1,3 %	8%
Méthane	Gazeux	-	-161°C	600°C	ambiante	147 kPa	5 %	15 %
Acide acétique	Liquide	-	117-118°C	485°C	142°C	15,2 hPa	4%	19,9%
Acide propionique	Liquide	54°C	141 -142°C	-	142°C	3,2 hPa	2,9%	12,1%

TAI : température d'auto-inflammation

LIE : limite inférieure d'explosivité

LES : limite supérieure d'explosivité

**Tableau 3 : Caractéristiques des produits inflammables et explosifs**

Remarque sur l'Acide acétique et l'Acide propionique : Ces produits sont présents en solution fortement diluée dans l'eau. De ce fait, il n'existe pas de risque d'inflammation ou d'explosion dans les conditions d'utilisation du procédé.

Remarque sur le PDO : le PDO n'est pas classé comme une substance ou mélange dangereux au regard du règlement (CE) n°1272/2008. Des mesures de point éclair lors des différentes étapes du procédé ont été réalisées pour qualifier le risque de ces mélanges. Ces mesures ont permis de mettre en évidence que le mélange pourrait être proche de son point éclair (126°C) uniquement au niveau de la colonne T701, correspondant à l'étape « topping » du procédé (température de soutirage dans la colonne 142°C). Par conséquent, le risque d'inflammation d'une nappe de PDO au contact de cette colonne est pris en compte dans la suite de l'étude.

Par ailleurs, le PDO s'évapore à une température supérieure à 200°C. Or, cette situation n'est jamais rencontrée dans le procédé. Par conséquent, sur l'ensemble du procédé, une évaporation d'une nappe de PDO ne serait pas susceptible de générer une masse explosible suffisante pour causer un UVCE.

Remarque sur l'Acide Butyrique : l'AB n'est pas classé comme une substance ou mélange inflammable au regard du règlement (CE) n°1272/2008. Toutefois, il est manipulé à une température de 130°C au niveau de l'étape de distillation, alors que son point éclair est de

71°C. Par conséquent, le risque d'inflammation d'une nappe d'AB est pris en compte dans la suite de l'étude.

#### 4.2.3. Toxicité

Les produits cités ci-dessous présentent un risque de toxicité aiguë (seuils définis par l'INERIS) :

- ▶ L'ammoniac (depuis la solution ammoniacale à 25%)

Concentration (ppm)	Temps (min)				
	1	10	20	30	60
Seuil des effets létaux significatifs – SELS	28033	8833	6267	5133	3633
Seuil des premiers effets létaux – SEL	25300	8200	5833	4767	3400
Seuil des effets irréversibles – SEI	1500	866	612	500	354

**Tableau 4 : Seuils de toxicité aiguë de l'ammoniac (INERIS, août 2003)**

- ▶ L'hydrogène sulfuré H<sub>2</sub>S

L'hydrogène sulfuré est présent dans le biogaz issu de l'installation de traitement des effluents.

Concentration (ppm)	Temps (min)				
	1	10	20	30	60
Seuil des effets létaux significatifs – SELS	1720	769	605	526	414
Seuil des premiers effets létaux – SEL	1521	688	542	472	372
Seuil des effets irréversibles – SEI	320	150	115	100	80

**Tableau 5 : Seuils de toxicité aiguë de l'H<sub>2</sub>S (INERIS, août 2004)**

#### Remarque relative au Chlorure de Cobalt :

La quantité manipulée est minime (environ 28 kg par semaine). Le produit sera manipulé sous hotte chimique et mis en solution directement afin de ne pas exposer les salariés aux poussières dans la mise en œuvre au niveau de l'usine. Les protections respiratoires adaptées devront être portées pendant cette manipulation.

#### 4.2.4. Ecotoxicité

Selon la réglementation CE n°1272/2008 plusieurs produits sont classés comme étant dangereux pour le milieu aquatique :

Mention de dangers	Effets écotoxiques	Produits concernés
H400	Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1	Solution d'ammoniaque (NH <sub>4</sub> OH) Hypochlorite de sodium (NaOCl) Chlorure de cuivre(II) (CuCl <sub>2</sub> ) Chlorure de cobalt(II) (CoCl <sub>2</sub> )
H410	Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 1	Chlorure de cobalt(II) (CoCl <sub>2</sub> )
H411	Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 2	Chlorure de cuivre(II) (CuCl <sub>2</sub> ) Sulfate de manganèse (II) (MnSO <sub>4</sub> )

**Tableau 6 : Effets écotoxiques des produits utilisés**

### 4.3. Incompatibilités produits / produits et produits / matériaux

Le tableau suivant présente la stabilité et les incompatibilités des produits :

Produits	Instabilité	Comburants	Acides	Bases	Oxydants	Réducteurs	Inflammable / combustible	Autres
Glycérine ou 1,2,3-Propanetriol	-			Forte	Fort			
Acide sulfurique (98%)	-			X	Fort	Fort	X	Eau, vapeur, amines
Acide P-AminoBenzoïque (PABA)	-			X	Fort			
Biotine	-				Fort			
Chlorure de cuivre(II)	-							Métaux alcalins
Chlorure de cobalt(II)	-				X			Métaux alcalins
Chlorure d'ammonium	-							
Glycérol	-			Forte	Fort			
Phosphate de potassium monobasique	-							Eau, humidité
Phosphate de potassium dibasique	-				Fort			
Solution d'ammoniaque (25%)	-							

Produits	Instabilité	Comburants	Acides	Bases	Oxydants	Réducteurs	Inflammable / combustible	Autres
Sulfate de fer(II)	-				Fort			
Sulfate de magnésium	-							
Sulfate de manganèse (II)	-							
Acide acétique	-			X	X			<b>Acide nitrique</b> Carbonates et phosphates, hydroxydes, métaux, peroxydes, permanganates, amines, alcool
Acide isobutyrique	-			X	Fort			
Acide lactique	-			X	Fort			
Acide propionique	-			X	Fort			
Acide nitrique (50%)	-			X		X	X	Métaux, Sulfure d'hydrogène, Alcool, Chlorates
BIOSPUMEX 153 K (Antimousse)	-				X			
Charbon actif (Norit_GAC_1240)	-				X			
Charbon actif (FILTRASORB 400 C)	-				Fort			

Produits	Instabilité	Comburants	Acides	Bases	Oxydants	Réducteurs	Inflammable / combustible	Autres
Hypochlorite de sodium (13%)	-		X					Composés d'ammonium, anhydre acétique, matières organiques, peroxyde d'hydrogène, sels en métal, cuivre, nickel, fer
Chlorure ferrique 40%	-			X				Réagit violemment avec la soude Métaux, hydrocarbures halogénés
MéthylIsoButylCetone (MIBK)	-				Fort			
Produit traitement TAR biocides	-		X		X			
Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN7004)	-							
Produit traitement TAR anticorrosion (GENGARD GN8273)	-			Forte	Fort			
Produits traitement chaudière anticorrosion	-		X		X			
Purolite C150H	-				Fort			<b>Acide nitrique</b>
Purolite C150	-				Fort			<b>Acide nitrique</b>
Soude (50%)	-		X					Eau, Métaux
Polymère MK 53	-							

Produits	Instabilité	Combustibles	Acides	Bases	Oxydants	Réducteurs	Inflammable / combustible	Autres
Polymère AID 2223	-							
REFRIGERANT R1234ZE	-							Métaux alcalins
1,3-propanediol (PDO)	-				X	X		Acide chlorhydrique, acides anhydres, chloroformâtes
Acide butyrique (AB)	-			X	X			Amines
Butyrate de sodium	-				Fort			
Sulfate d'ammonium	-			Forte	Fort			
Gaz naturel / biogaz	-	X						
Azote	-							

**Tableau 7 : Incompatibilités par produits**

Ces incompatibilités ont été prises en compte dans la définition de l'implantation des stockages et des rétentions associées tel que présenté au paragraphe 4.1 de la Partie 3 du présent DDAE.

## 4.4. Conclusion sur les risques liés aux produits

Les principaux risques engendrés par les substances utilisées et stockées sur le site sont :

- ▶ un risque d'incendie lié au stockage et à la manipulation de liquides inflammables au-dessus de leur point éclair (feu de cuvette, feu de nappe) : ce risque est relativement limité sur le site de METEX dans la mesure où peu de produits sont manipulés ou stockés au-dessus de leur point éclair. Les seuls produits concernés sont le MIBK, stocké au-dessus de son point éclair, et le PDO, utilisé dans des conditions d'inflammabilité sur une étape précise du procédé,
- ▶ un risque d'explosion de vapeurs formées au-dessus d'une nappe de liquide inflammable (UVCE), limité également selon le point précédent,
- ▶ un risque de dispersion d'un nuage toxique d'ammoniac lié au stockage et à la manipulation de liquides dont les vapeurs sont toxiques (évaporation d'une nappe),
- ▶ un risque d'inflammation ou d'explosion d'un nuage de gaz méthane lié au transfert de gaz inflammable (feu de jet, UVCE, explosion de capacité),
- ▶ un risque de pollution en cas de déversement dans le milieu naturel.

## 5. Analyse des antécédents et enseignements tirés du retour d'expérience

### 5.1. Antécédents internes au site

S'agissant d'un premier projet, l'exploitant ne dispose pas de retour d'expérience sur l'exploitation d'installations industrielles, objets du présent DDAE.

Toutefois, METabolic Explorer (METEX) dispose d'un retour d'expérience sur l'exploitation d'un pilote de fabrication de 1,3- propanediol (PDO) et d'acide butyrique (AB) sur le site du biopôle de Clermont Limagne- Saint-Beauzire (63). Ce pilote est, pour une très grande partie, le reflet de l'unité industrielle qui sera construite sur le site Carling.

Des blessures mineures liées à des brûlures en raison de contact avec des surfaces chaudes, des brûlures chimiques (acide, base), des coupures ou des glissades ont été enregistrées. Cependant, le contexte de ces blessures n'était pas lié au procédé en lui-même mais plutôt au caractère confiné des installations au sein du pilote ainsi qu'à la difficulté d'installer des protections sur des appareils de développement de petite taille qui font l'objet de modifications fréquentes.

Aussi, en conditions industrielles, telles que prévues par le projet, ce type de blessure sera fortement réduit. Par ailleurs, en réponse à ce risque identifié par le retour d'expérience, le port des EPI adaptés sera obligatoire.

METEX n'a pas expérimenté d'incident ou d'accident strictement lié au procédé.

### 5.2. Antécédents dans des installations similaires

Ce paragraphe présente les accidents majeurs répertoriés en France et dans le monde se reportant à des activités et ou à des produits similaires à ceux rencontrés sur le projet, objet du DDAE. L'accidentologie générale permet d'apprécier les différents types d'accidents pouvant avoir lieu sur le site en projet.

L'étude s'appuie sur la base ARIA constituée par le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles) du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM).

Les recherches ont été menées à partir des mots clefs suivants :

- ▶ Fermentation,
- ▶ Méthanisation,
- ▶ Glycérine / Glycérol,
- ▶ Acide butyrique,
- ▶ Ammoniaque,
- ▶ MIBK.

Dans les paragraphes suivants, les tableaux présentent les accidents survenus sur des activités similaires au projet pour chacun des mots clefs cité ci-dessus.

Remarque : les mots clefs qui ne sont pas détaillés dans les paragraphes suivants ne présentaient pas d'accidents susceptibles de se rapprocher des activités du projet.

### 5.2.1. Fermentation

La majorité des incidents concernent des incendies ou feux couvant dans des centres de gestion de déchets ou des silos de stockage de grains (maïs, colza, soja, etc.) liés à une fermentation non souhaitée en raison notamment de l'humidité, de conditions météorologiques favorisant la fermentation, de problème dans le suivi de la température des massifs de déchets.

Les accidents retenus et récapitulés ci-dessous sont ceux susceptibles de concerner l'activité de fermentation :

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°21687 - 17/01/2002 - FRANCE - 54 - CHAMPIGNEULLES	Brasserie	Clapet anti retour monté à l'envers	Explosion d'un hublot suite à la montée en pression dans la cuve de fermentation	Le fermenteur est équipé d'une soupape de sécurité directement connectée à l'air libre
N°38557 - 10/06/2010 - ITALIE - 00 - BRINDISI	Usine de produits pharmaceutiques	Travaux par point chaud sur une cuve (destinée à contenir résidu liquide de fermentation composé d'eau et de micro-organismes supposés morts) ET une fermentation anaérobie de la phase liquide et du dépôt solide, qui n'avait été identifiée par l'exploitant a généré des gaz explosifs	Explosion d'un bac	Permis de travaux par point chaud Retour d'expérience du pilote sur le procédé de fermentation
N°47462 - 07/12/2015 - FRANCE - 33 - MASSUGAS	Domain viticole	Erreur opérateur lors d'une opération de nettoyage du réseau	Les eaux de lavage des chais (déchets de fermentation de vin) se sont écoulées dans les eaux pluviales au lieu de se diriger vers la station d'épuration du site (STEP) (Pollution)	Plan de prévention des opérations spécifiques Fermenteur installé dans le bâtiment de production formant une rétention capable de collecter l'intégralité du volume du fermenteur
N°21261 - 14/10/2001 - FRANCE - 47 - MARMANDE	Domain viticole	Accumulation de gaz carbonique due à la fermentation du raisin ET opérateur descendu dans la cuve pour la nettoyer	Asphyxie d'un opérateur	Plan de prévention des opérations spécifiques Permis de pénétrer obligatoire avant de rentrer dans les équipements de production

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°30843 - 12/10/2005 - FRANCE - 27 - FOUQUEVILLE	Elevage de bovins	Fermentation dans un silo de stockage de maïs et opérateur vérifiant le niveau du stockage par le sommet du silo	Asphyxie d'un opérateur par les gaz de fermentation	Pas de matières premières fermentescibles telles quelles Permis de pénétrer obligatoire avant de rentrer dans les équipements de production
N°25604 - 22/09/2003 - FRANCE - 61 - BRIOUZE	Fabrication de cidre et de vins de fruit	Emanations de CO <sub>2</sub> provoquées par la fermentation de jus de pomme dans une citerne de cidre que 2 employés devaient nettoyer (nettoyage annuel)	Asphyxie d'opérateurs par les gaz de fermentation	Permis de pénétrer obligatoire avant de pénétrer dans les équipements de production
N°42320 - 05/02/2008 - ALLEMAGNE - 00 - BAD SASSENDORF	Usine de production de biogaz	Défaillance d'un joint sur une vanne	Déversement de substrat de fermentation de maïs (Pollution d'un cours d'eau)	Fermenteur installé dans le bâtiment de production formant une rétention capable de collecter l'intégralité du volume du fermenteur
N°42314 - 16/12/2007 - ALLEMAGNE - 00 - RIEDLINGEN	Usine de production de biogaz	Non connu	Explosion d'un fermenteur	Pas de formation de gaz explosif en fermentation. En cas de surpression, le fermenteur est équipé d'une soupape de sécurité directement connectée à l'air libre
N°42317 - 15/08/2008 - ALLEMAGNE - 00 - LICHTENAU	Usine de production de biogaz	Défaillance d'une pompe entraînant le débordement d'une cuve de fermentation	Déversement de lisier au sol	Fermenteur installé dans le bâtiment de production formant une rétention capable de collecter l'intégralité du volume du fermenteur
N°35863 - 17/02/2009 - FRANCE - 80 - MESNIL- SAINT- NICAISE	Usine d'acides aminés	Séquence inappropriée de fermeture / ouverture des vannes sur la canalisation d'alimentation en NH <sub>3</sub>	Emanations d'ammoniac (NH <sub>3</sub> ) lors d'une phase de stérilisation d'une cuve de fermentation et de ses équipements préalablement à la mise en culture de levures	Procédures au poste de travail Connexion de l'évent du fermenteur sur le laveur de gaz qui abattra les vapeurs d'ammoniac

**Tableau 8 : Accidentologie externe sur l'activité de fermentation**

Le retour d'expérience sur l'activité de fermentation permet de conclure que les principales sources d'accident sont la défaillance des procédures (opérations de nettoyage de cuves), l'erreur humaine (clapet mal monté, travaux par points chauds) ou la défaillance matérielle (joint, pompe, etc.).

Les conséquences peuvent être l'asphyxie, l'explosion, la pollution.

## 5.2.2. Méthanisation

Les accidents retenus et récapitulés ci-dessous sont ceux susceptibles de concerner l'activité de méthanisation :

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°42341 - 28/06/2010 - ALLEMAGNE - 00 - DORFEN	Installation de biogaz	Transvasement de la seconde cuve vers la première, plus petite	Débordement de substrat dans un champs puis jusqu'au ruisseau (Pollution)	Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident
N°49145 - 20/01/2017 - FRANCE - 29 - CARHAIX- PLOUGUER	Exploitation de laiteries et fabrication de fromage	Conjonction d'une période de froid et du non fonctionnement de l'épingle de maintien en température du circuit d'injection de soude	Odeurs nauséabondes, provenant de la station de prétraitement des eaux usées	Collecte des odeurs sous légère dépression afin de prévenir les émissions vers l'extérieur. Désodorisation sur charbon actif.
N°49095 - 14/07/2016 - FRANCE - 29 - CARHAIX- PLOUGUER	Exploitation de laiteries et fabrication de fromage	Fissure au niveau du plafond du méthaniseur.	Dysfonctionnement du méthaniseur entraînant des nuisances olfactives	Collecte des odeurs sous légère dépression afin de prévenir les émissions vers l'extérieur. Désodorisation sur charbon actif.
N°43900 - 12/06/2013 - FRANCE - 01 - SAINT- MAURICE-DE- BEYNOST	Usine de fabrication de matières plastiques	Corrosion sur le digesteur	Fuite d'effluents sur le digesteur de la station d'épuration	Procédure d'inspection des équipements. Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident
N°33948 - 17/11/2007 - FRANCE - 51 - BAZANCOURT	Site de production d'éthanol	Défaut de construction de la cuve	Cuve du méthaniseur s'ouvre brutalement déversant 4 500 m <sup>3</sup> d'eau	Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident
N°35673 - 06/11/2008 - FRANCE - 06 - GRASSE	Usine de produits alimentaires	Foudre	Départ de feu sur le toit d'un méthaniseur	L'étude foudre intégrera la protection du méthaniseur
N°40476 - 25/03/2011 - FRANCE - 59 - SOMAIN	Elevage de vaches laitières	Erreur de conception	La bâche recouvrant le post-digesteur se déchire, libérant un nuage malodorant de méthane et d'ammoniac	Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident
N°30686 - 16/08/2005 - FRANCE - 72 - AUBIGNE- RACAN	Papeterie	Dysfonctionnement du méthaniseur aurait pour origine des travaux dans l'atelier de trituration de l'usine	Déversement d'effluents brut dans le LOIR en étiage	Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°39697 - 25/04/2010 - FRANCE - 10 - NOGENT-SUR-SEINE	Papeterie	Les échangeurs, en mode hiver (tours de refroidissement), sont à l'arrêt et ne refroidissent donc pas l'effluent, provoquant ainsi l'arrêt automatique des installations pour protéger les bactéries du méthaniseur	Déversement d'effluents brut non traité	Mise sous rétention du méthaniseur et collecte vers le bassin incident

**Tableau 9 : Accidentologie externe sur l'activité de méthanisation**

Le retour d'expérience sur l'activité de méthanisation permet de conclure que les principales sources d'accident sont la défaillance matérielle (corrosion, fissure, défaut de construction, etc.), les conditions météorologies (période de froid), l'erreur humaine (transvasement de cuves, travaux).

Les conséquences peuvent être la pollution, l'incendie, voire explosion.

### 5.2.3. Glycérine

Les accidents retenus et récapitulés ci-dessous sont ceux susceptibles de concerner la Glycérine :

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°45349 - 10/11/2013 N°45348 - 13/08/2013- FRANCE - 78 - LIMAY	Installation de production de biocarburant	Mélanges de glycérides avec des teneurs en méthanol différentes du fait d'un fonctionnement dégradé sur plusieurs mois	Rejet de méthanol à l'atmosphère	Produit réceptionné répondant à une spécification en méthanol <1%.
N°45448 - 26/12/2013 - FRANCE - 78 - LIMAY	Installation de production de biocarburant	Panne d'un groupe froid entraînant un manque de refroidissement dans les colonnes de distillation (huiles alimentaires usagée, glycérine, biodiesel) et aboutissant à un dégagement de vapeurs de méthanol jusqu'à l'éclatement des disques de rupture	Rejet de méthanol à l'atmosphère	Non applicable. Cas de défaut de refroidissement traité en HAZOP au cas par cas.
N°40521 - 29/04/2011 - FRANCE - 78 - SAINT-CYR-L'ECOLE	STEP communale	Erreur de dépotage de glycérine dans une cuve alimentant le process en floculant entraînant une réaction exothermique	Dégagement gazeux d'HCl	Non applicable : pas d'utilisation de floculant à proximité de la section glycérine.

**Tableau 10 : Accidentologie externe sur la Glycérine**

Le retour d'expérience sur la Glycérine permet de conclure que les principales sources d'accident sont l'erreur humaine (erreur de dépotage, fonctionnement dégradé), la défaillance matérielle (panne d'un groupe froid). Les conséquences peuvent être la pollution.

#### 5.2.4. Ammoniaque

Les accidents retenus et récapitulés ci-dessous sont ceux susceptibles de concerner l'Ammoniaque:

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°48628 - 23/09/2016 - FRANCE - 54 - TOUL	Commerce de produits chimiques	Transvasement d'une cuve contenant de l'alcali (eau + 25% d'ammoniaque) dans une seconde cuve	Emissions d'ammoniac (émanations toxiques)	Pas de transvasement en situation normale d'exploitation. En situation accidentelle non prévue, rédaction d'une procédure ad'hoc.
N°48470 - 17/08/2016 - FRANCE - 15 - SAINT-SIMON	Usine produisant des bactéries lyophilisées et des levures	Vanne de purge restée ouverte après l'arrêt technique de l'usine	Fuite d'ammoniaque en solution (émanations toxiques)	Détection d'ammoniaque dans la rétention
N°43857 - 02/06/2013 - FRANCE - 54 - LANEUVEVILLE-DEVANT-NANCY	Usine de chimie minérale	Trappe de visite mal serrée sur une pompe	Fuite de solution saline et d'ammoniaque (émanations toxiques)	Détection d'ammoniaque dans la rétention
N°45380 - 16/06/2014 - FRANCE - 82 - AUCAMVILLE	Exploitation agricole	Non connu	Fuite d'ammoniaque au niveau de la vanne d'une citerne agricole mobile en cours de remplissage (pollution des sols, émanations toxiques)	Procédure de dépotage
N°5826 - 03/09/1994 - FRANCE - 51 - SAINT-REMY-SUR-BUSSY	Culture de céréales	Chaleur dégagée par un feu d'herbe	Rupture d'une citerne d'une solution d'ammoniaque à 30 % (pollution)	Entretien des espaces verts et moyens d'intervention
N°32710 - 02/02/2007 - FRANCE - 33 - CESTAS	Commerce de produits chimiques	Non connu	Fuite d'ammoniaque en solution à 20% se produit lors du dépotage d'un camion-citerne (émanations toxiques)	Procédure de dépotage
N°2786 - 16/07/1991 - FRANCE - 57 - CHEMINOT	Culture de céréales	Non connu	Fuite sur une citerne d'ammoniaque (pollution d'un cours d'eau)	Citerne ADR Procédure de dépotage
N°9775 - 18/08/1996 - FRANCE - 01 - MONTRACOL	Exploitation de laiterie et fabrication de fromage	Non connu	Déversement d'ammoniaque entraînant la pollution de 2 cours d'eau	Cuvette de rétention sous aire de dépotage ammoniaque

Tableau 11 : Accidentologie externe sur l'ammoniaque

Le retour d'expérience sur l'Ammoniaque permet de conclure que les principales sources d'accident sont l'erreur humaine (vanne restée ouverte, mauvais serrage etc.), les effets domino (feu à proximité). Les opérations particulières de remplissage ou de dépotage de citernes mobiles sont également des situations à risques identifiées dans l'accidentologie.

Les conséquences peuvent être le dégagement d'ammoniac (dispersion toxique) et la pollution.

### 5.2.5. MIBK (méthylisobutylcétone)

Les accidents retenus et récapitulés ci-dessous sont ceux susceptibles de concerner la MIBK :

Référence de l'accident	Secteur d'activité	Evènement initiateur	Evènement central	Applicabilité et mesures prises par METEX
N°333 24/05/1988 FRANCE - 57 - CARLING	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	Non précisé	Explosion puis incendie sur un réservoir de MIBK	Stockages sous atmosphère inerte Mesures organisationnelles limitant la présence de sources d'ignition (zonage ATEX, plan de prévention pour toute intervention...)

Tableau 12 : Accidentologie externe sur la MIBK

Le retour d'expérience sur la MIBK permet de conclure que les conséquences d'un incident impliquant la MIBK sont l'incendie et l'explosion.

## 5.3. Enseignements tirés du retour d'expérience

Le retour d'expérience permet de mettre en évidence que pour les principales activités menées dans le cadre du projet, les conséquences des accidents sont essentiellement l'asphyxie pour la fermentation.

Dans une moindre mesure, ces activités peuvent également entraîner une pollution des sols ou d'un cours d'eau.

Il est important de noter que l'activité de fermentation peut aussi conduire à des explosions de capacité du fait d'une montée en pression.

Le retour d'expérience permet de mettre en évidence que pour les principaux produits utilisés dans le cadre du projet, les conséquences des accidents sont essentiellement liées au caractère toxique des vapeurs du produit (ammoniac) ou inflammable (MIBK).

Dans une moindre mesure, ces produits peuvent également engendrer des pollutions de cours d'eau notamment (ammoniaque).

Pour l'ensemble de ces accidents, les principales sources d'accident sont l'erreur humaine et la défaillance matérielle.

Les mesures envisagées par l'exploitant du projet pour prévenir ou limiter les conséquences de ce type d'accident sont alors les suivantes :

- ▶ Une maintenance rigoureuse et régulière des équipements et des stockages de produits,
- ▶ Une signalisation des zones de dangers,
- ▶ La rédaction d'un plan de prévention pour toute intervention,
- ▶ Des procédures spécifiques pour les opérations pouvant présenter des risques (nettoyage de cuve de fermentation notamment),
- ▶ La formation du personnel aux différents postes de travail,
- ▶ La mise en place de rétention sous les stockages de produits,
- ▶ La mise à disposition d'Equipements de Protection Individuels (EPI) appropriés pour le personnel.
- ▶ Des sécurités et alarmes sur les installations pour prévenir d'éventuelles dérives de paramètres (pression, température, ...),
- ▶ L'implantation de détecteurs incendie,
- ▶ Des moyens d'intervention en cas d'incendie et en cas de pollution,
- ▶ Zonage ATEX.

## 6. Analyse des risques liés à l'environnement

L'environnement du projet étudié peut être décomposé en deux parties distinctes :

- ▶ L'environnement comme milieu à protéger qui recense les différentes activités industrielles, des établissements ouverts au public, des habitations, des voies de circulation routière, ferroviaire et fluviale à proximité de l'établissement,
- ▶ L'environnement comme facteur de risques et les dispositions générales prises comprenant l'analyse des différents risques liés à l'environnement interne proche des installations visées par la présente étude et à l'environnement externe à l'établissement.

### 6.1. Environnement comme milieu à protéger et dispositions générales prises

#### 6.1.1. Environnement humain

Les populations les plus proches sont situées sur les communes de Carling et de L'Hôpital, respectivement à 100 m au Nord et 100 m au Nord-Est des limites de propriété de la plateforme.

Les zones d'habitations les plus proches du projet sont la Cité d'Haslach à 350 m à l'Ouest, comptant moins de 10 habitations et la commune de Carling à 400 m au Nord, comptant environ 3 500 personnes.

Les Etablissements Recevant du Public (ERP) les plus proches de la zone d'implantation du projet sont situés à plus d'1 km au Nord sur la commune de Carling. Il s'agit d'un stade de football, des terrains de tennis, de la zone d'activités Charles JULLY et du groupe Scolaire Pierre Ernst.

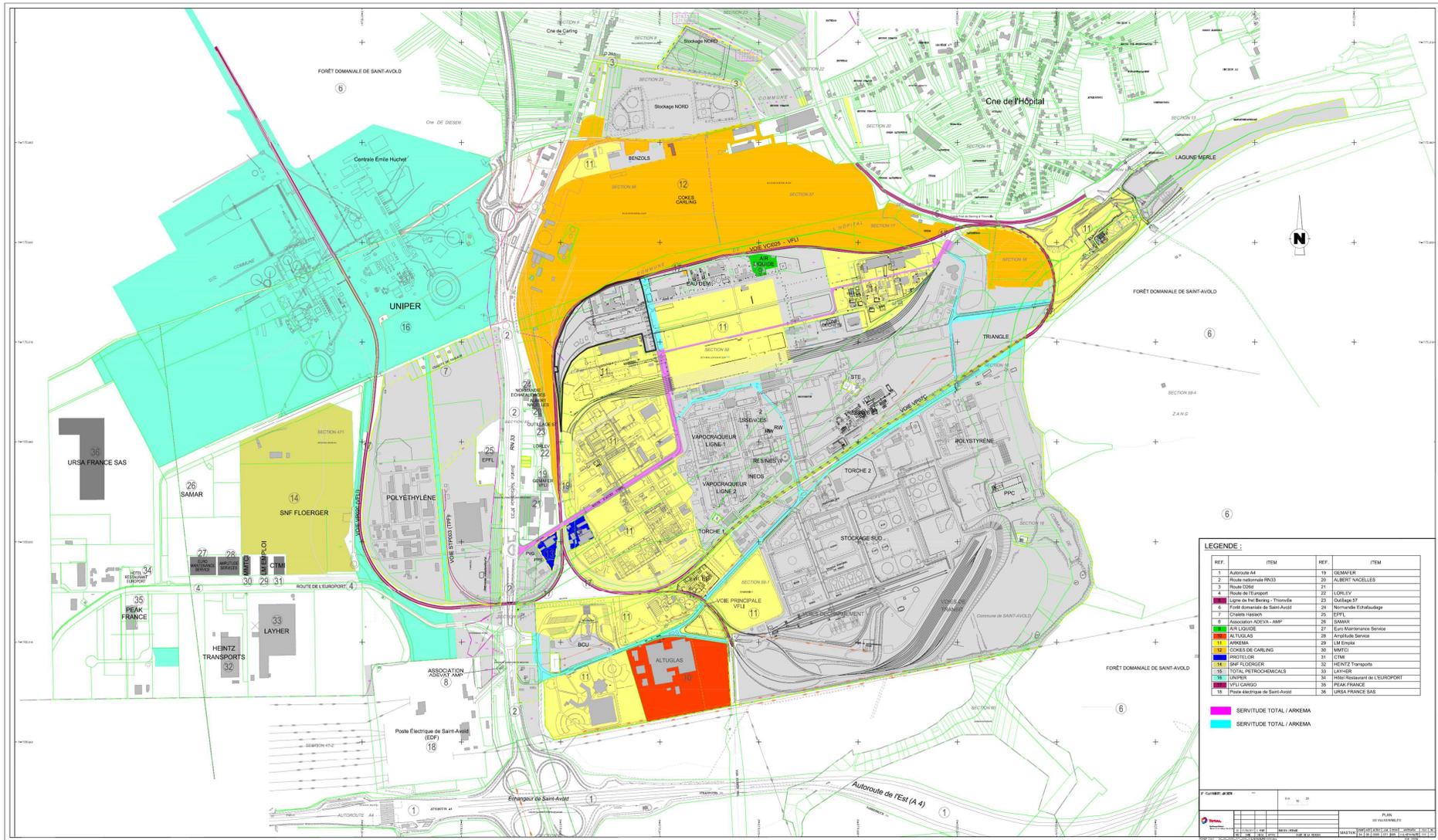
#### 6.1.2. Environnement industriel

Des activités industrielles sont implantées à l'intérieur et en périphérie de la plateforme industrielle de Carling.

Parmi les établissements présents sur la plateforme, plusieurs relèvent d'un statut SEVESO seuil haut ; il s'agit d'ARKEMA, PROTELOR, SNF FLOERGER et TPF.

Ces établissements font l'objet d'un PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques) conformément à la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. Celui-ci a été approuvé par le Préfet de la Moselle le 22 octobre 2013.

La situation géographique de l'établissement en projet vis-à-vis des autres établissements, y compris les établissements non concernés par la réglementation ICPE, de la plateforme est indiquée ci-après :



**LEGENDE :**

REF.	ITEM	REF.	ITEM
1	Autoroute A4	19	SEMAYER
2	Road substation RW33	20	ALBERT NAGELES
3	Road SOIG	21	
4	Route de Transport	22	LORELV
5	Line de hot Berling - Thionville	23	Outillage S7
6	Forêt domaniale de Saint-Avold	24	Normandie Eclairage
7	Centre Industriel	25	DPF
8	Association ACRYVA - AMP	26	SAMAVI
9	Centre Industriel	27	Euro Maintenance Service
10	AL TUOLAS	28	Arvifute Service
11	INDUSTRIE	29	LM Group
12	COCKES DE CARLING	30	MAVCI
13	PROFELOR	31	CTM
14	SNF FLOERGER	32	HEITZ Transports
15	TOTAL PETROCHEMICALS	33	LAYHER
16	UNIPER	34	HEBE Restaurant de L'EUROSPORT
17	VPLI CARRO	35	PEAK FRANCE
18	Poste électrique de Saint-Avold	36	URSA FRANCE SAS

■ SERVITUDE TOTAL / ARKEMA  
■ SERVITUDE TOTAL / ARKEMA

## LEGENDE :

REF.	ITEM	REF.	ITEM
1	Autoroute A4	19	GEMAFER
2	Route nationale RN33	20	ALBERT NACELLES
3	Route D26d	21	
4	Route de l'Europort	22	LORLEV
5	Ligne de fret Bening - Thionville	23	Outillage 57
6	Forêt domaniale de Saint-Avoid	24	Normandie Echafaudage
7	Chalets Haslach	25	EPFL
8	Association ADEVA - AMP	26	SAMAR
9	AIR LIQUIDE	27	Euro Maintenance Service
10	ALTUGLAS	28	Amplitude Service
11	ARKEMA	29	LM Emploi
12	COKES DE CARLING	30	MMTCI
13	PROTELOR	31	CTMI
14	SNF FLOERGER	32	HEINTZ Transports
15	TOTAL PETROCHEMICALS	33	LAYHER
16	UNIPER	34	Hôtel Restaurant de L'EUROPORT
17	VFLI CARGO	35	PEAK FRANCE
18	Poste électrique de Saint-Avoid	36	URSA FRANCE SAS

Figure 1 : Localisation des industriels de la plateforme de Carling-Saint-Avoid (Source : Extrait Plan de vulnérabilité, TOTAL)

### 6.1.3. Voies de communication

#### 6.1.3.1. Réseau routier

Les principaux axes routiers situés à proximité de la zone d'implantation du projet sont présentés dans le tableau ci-après :

Désignation	Code	Trafic moyen (véhicules/j)	Dont poids lourds	Année comptage	Situation par rapport à la plateforme
Nationale Saint-Avold/Sarrelouis	N33	9 742	8,34%	2016	100 m à l'Ouest
Départementale Carling/L'Hôpital	D26d rue de Metz	6 933	4,93%	2016	300 m au Nord-Ouest
Départementale L'Hôpital/Freyming-Merlebach	D26 rue de Carling	13 942	5,78	2016	1,5 km au Nord-est

Tableau 13 : Trafic routier à proximité du projet (Source : « Carte des trafics sur RD de 2012/016 », DRATC)

#### 6.1.3.2. Réseau ferroviaire

Plusieurs voies ferrées privées, propriété des VFLI (Voies ferrées Locales et Industrielles) ou de TOTAL PETROCHEMICALS France et ARKEMA traversent et longent la plateforme. Ces voies sont réservées au fret. Ces voies longent la zone d'implantation du projet à l'Ouest et au Nord.

Au Nord, la voie ferrée, appartenant à la SNCF, de Bening à Thionville passe à un peu moins de 900 m à l'Est de la zone du projet, et est utilisée pour le trafic de marchandises, à l'exception d'un train de voyageur par jour du lundi au vendredi reliant Paris à Sarrebruck.

Enfin, la ligne fréquentée de trafic voyageurs la plus proche (ligne Forbach/Saint-Avold/Metz) passe à plus de 4 km au Sud/Sud-est du projet.

#### 6.1.3.3. Réseau aérien

Les aéroports régionaux de Metz-Nancy-Lorraine et de Sarrebruck (Allemagne) sont les plus proches de la plateforme et se situent respectivement à environ 40 km à l'Ouest et 30 km à l'Est du site.

## **6.1.4. Canalisations et réseaux**

### **6.1.4.1. Ouvrages Haute Tension**

Les réseaux électriques exploités par R.T.E. (Réseau Transport Electricité) Est – Groupe d'Exploitation Transport Lorraine sont :

- ▶ Poste de transformation de Saint-Avold : à 150 mètres de la clôture du site qui transforme du 225 kV en 63 kV,
- ▶ Ligne 63 kV Merlebach - Saint-Avold : qui part d'un poste aéro/souterrain et passe selon un axe Sud/Est entre le CRDE et l'usine chimique de Carling,
- ▶ Ligne 63 kV Betting - Saint-Avold : qui part du même poste aéro/souterrain et passe selon un axe Nord/Est entre le parc de Stockages Sud de Total Petrochemicals et l'établissement ARKEMA,
- ▶ Ligne 225 kV Saint-Avold - Petite Rosselle : qui longe la clôture du site au Sud.

Dans le cadre de la maintenance de ses ouvrages, le Groupe d'Exploitation Transport Lorraine programme deux visites annuelles, dont une effectuée par hélicoptère.

### **6.1.4.2. Canalisations enterrées**

Les canalisations enterrées ou semi enterrées qui arrivent ou partent de la plateforme sont les suivantes :

- ▶ L'hydrogénoduc appartenant à Air Liquide, qui depuis son installation sur la plateforme exporte de l'hydrogène en direction Sud, vers Sarralbe,
- ▶ L'azoduc appartenant à Air Liquide, venant du côté Ouest de la plateforme, alimente la plateforme en azote,
- ▶ L'oxygénoduc appartenant à Air Liquide, venant du côté Ouest de la plateforme, alimente la plateforme en oxygène,
- ▶ Le gazoduc appartenant à GRT gaz alimente la plateforme en gaz naturel en arrivant sous la route RN33,
- ▶ La canalisation de monomères Acryliques d' ARKEMA assure la liaison sous la route RN33, de la partie Est et Ouest pour ces produits,
- ▶ La canalisation d'ADAME assure la liaison sous la route RN33, du Conditionnement Nord ARKEMA avec la société S.N.Floeger,
- ▶ Le pipeline Total Petrochemicals France Oberhoffen-Carling (DN406) exploité par la société SPSE et institué par le décret du 24 février 1967, alimente le site ARKEMA et arrive côté Sud-Est aux Stockages Naphta – ce pipeline n'est plus en service depuis octobre 2015,
- ▶ La canalisation de transport d'éthylène Carling-Viriat (DN200) instituée par l'arrêté inter préfectoral du 5 mai 2000, alimente le site ARKEMA, ou exporte, côté Sud aux Stockages Ethylène,
- ▶ La canalisation de transport d'éthylène alimentant l'atelier polyéthylène passant sous le RN33 à partir de l'ex unité Vapocraqueur.

La carte ci-dessous représente le tracé de ces canalisations par rapport à la plateforme :

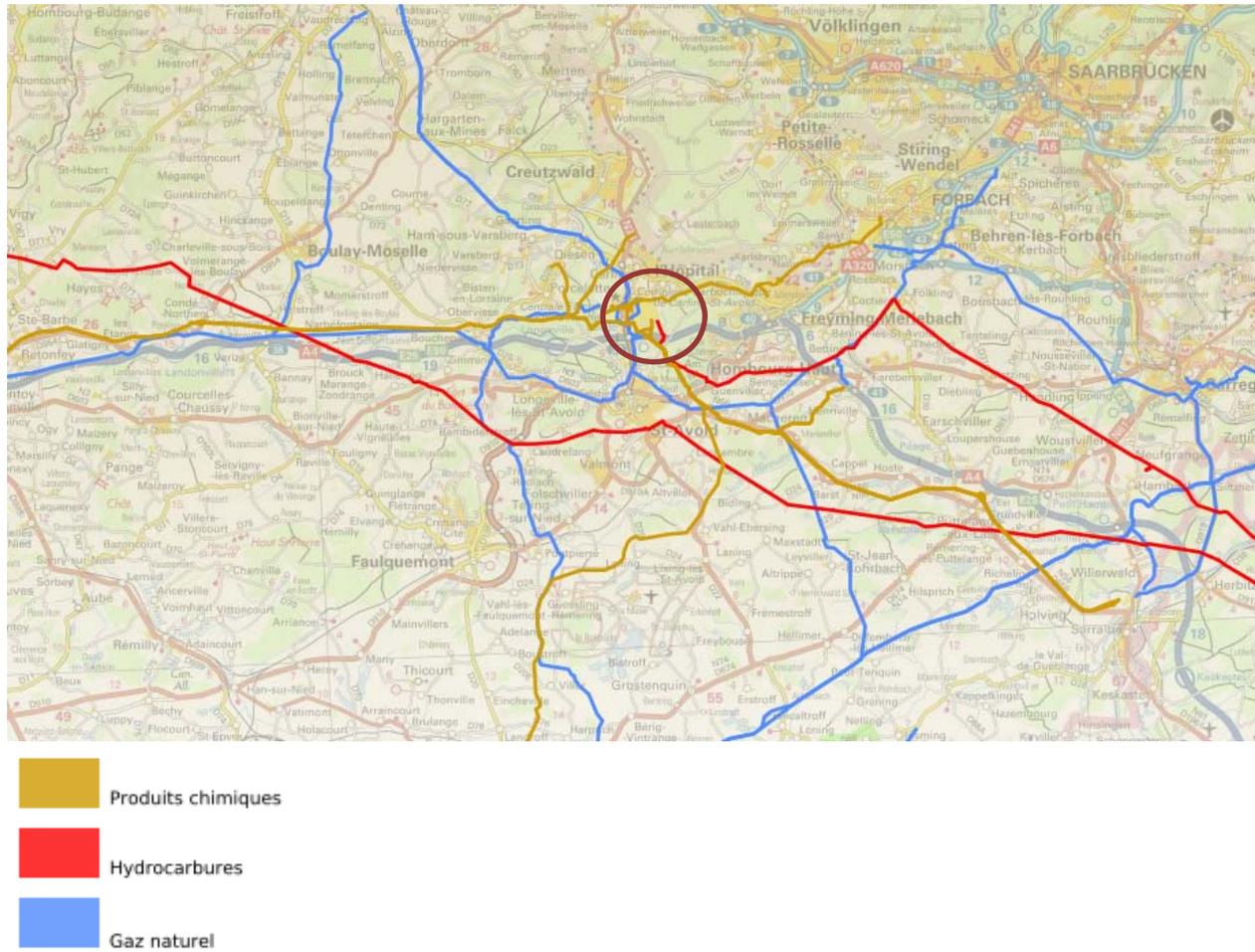


Figure 2 : Tracés des canalisations enterrées au niveau de la plateforme (Source : Géorisques)

## 6.2. Environnement comme facteur de risques et dispositions générales prises

### 6.2.1. Risques liés à l'environnement humain

La source de danger principale est l'intrusion non autorisée de personnes extérieures au site. Ce type d'évènement, bien que peu maîtrisable, sera rendu peu probable sur le site en projet. En effet, les risques liés à l'intrusion sur le site et à la malveillance sont limités par l'existence des mesures suivantes :

- ▶ La propriété de la plateforme est entourée d'un grillage d'une hauteur de 2 mètres,
- ▶ Les accès sont maintenus fermés en dehors de la présence du personnel sur le site,
- ▶ Un contrôle d'accès est effectué à l'entrée de la plateforme,
- ▶ Une surveillance permanente de l'entrée est assurée par caméra vidéo.

Les risques de malveillance ou d'attentat sont difficilement quantifiables, toutefois, ceux-ci ont été pris en compte et la mise en place de mesures de sûreté (présence de personnel, clôture, gardiennage, détection d'intrusion) permet de les réduire très nettement.

Selon la circulaire du 10 mai 2010, l'évènement acte de malveillance n'est pas retenu dans l'étude de dangers en tant qu'évènement initiateur.

### 6.2.2. Dangers présentés par les installations voisines

Les industriels les plus proches du site en projet sont présentés sur la carte ci-dessous :

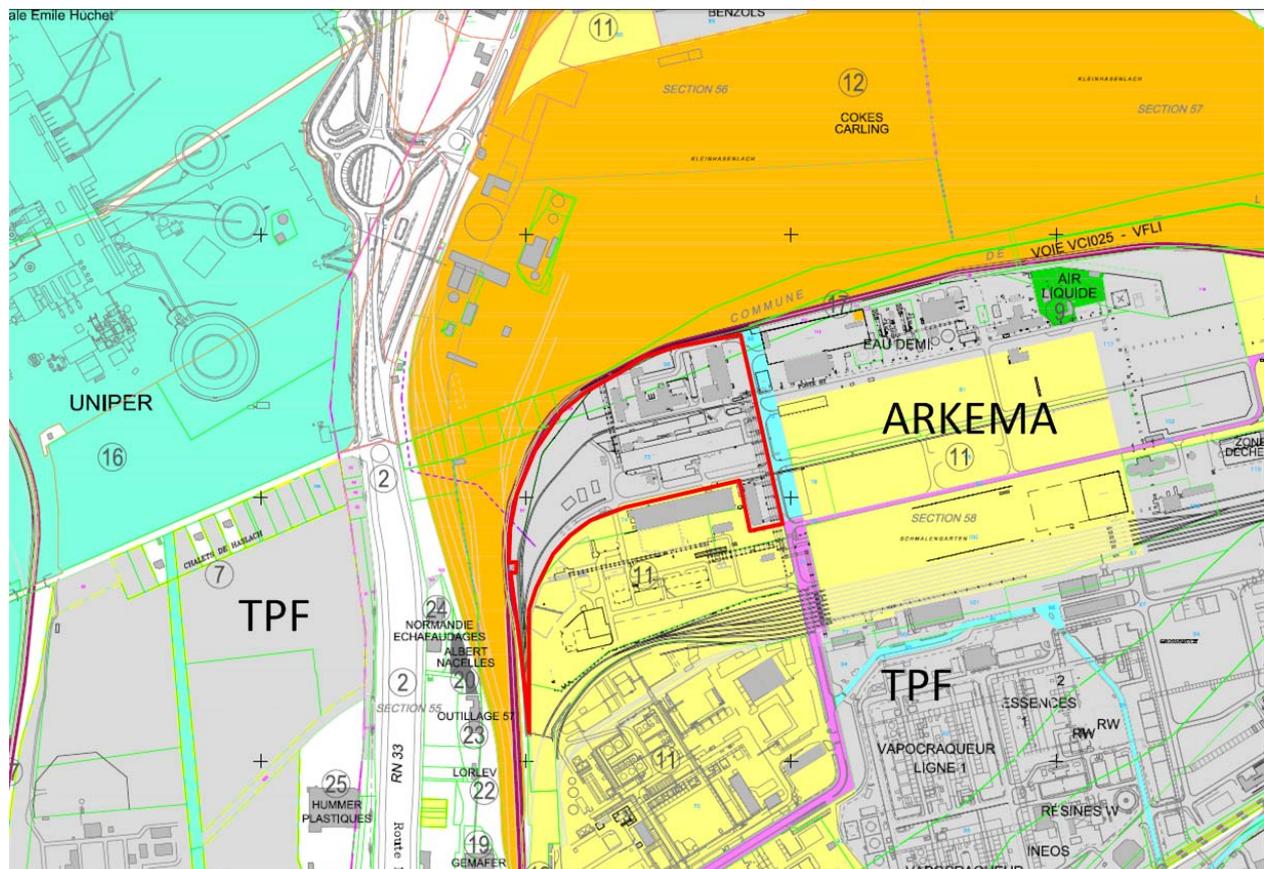


Figure 3 : Carte des industriels proches du projet (Source : Extrait Plan de vulnérabilité, TOTAL)

Remarque : la société des Cokes de Carling est actuellement à l'arrêt. C'est pourquoi les risques liés à ces installations ne sont pas développés dans la suite du paragraphe.

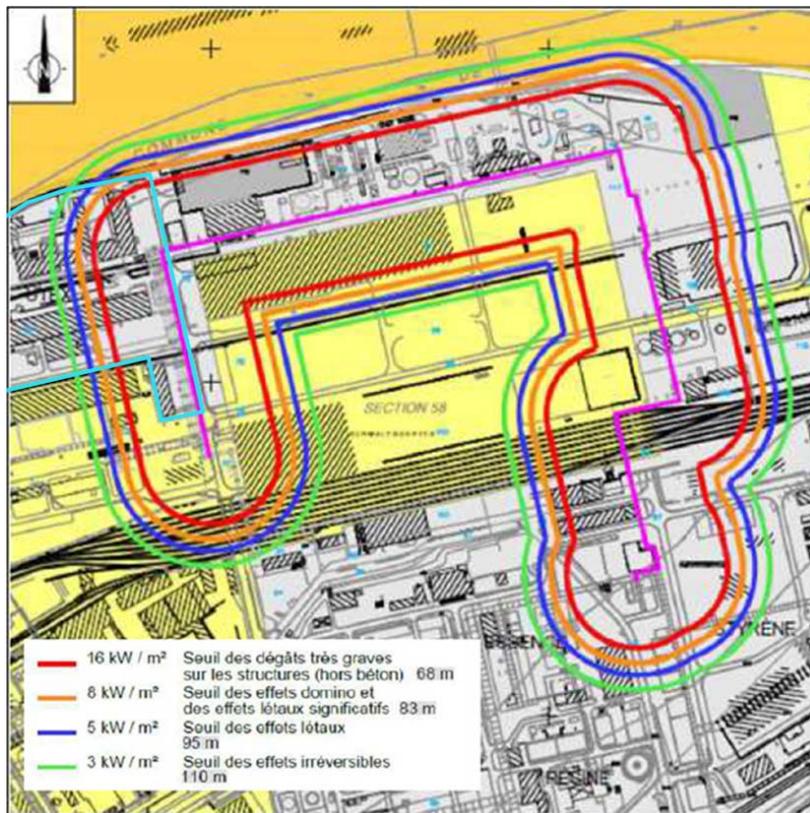
► **Dangers présentés par les installations de TPF**

D'après les informations fournies par TPF, les effets domino susceptibles d'atteindre la zone UTEX sont les suivants :

Atelier d'origine	Description du phénomène	Centre des effets	Type d'effet	Probabilité d'occurrence	Distances des effets (en m)		
					8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Réseau inter-unités Gaz naturel	Jet enflammé suite à une grosse fuite sur le réseau de gaz naturel 18 bar	Réseau GN	Thermique	2,59E-06	83	95	110
Réseau inter-unités Gaz naturel	Jet enflammé suite à une fuite moyenne sur le réseau de gaz naturel 18 bar	Réseau GN	Thermique	4,24E-04	50	57	65

Il est à noter également, pour la sécurité du personnel, que le site peut être atteint par le seuil des effets irréversibles (SEI) d'une émission toxique au sein de l'unité Résine W de TPF. Les effets toxiques ne sont toutefois pas à l'origine d'effets domino.

Les plans ci-dessous représente le tracé des distances d'effets thermiques atteignant les installations en projet :



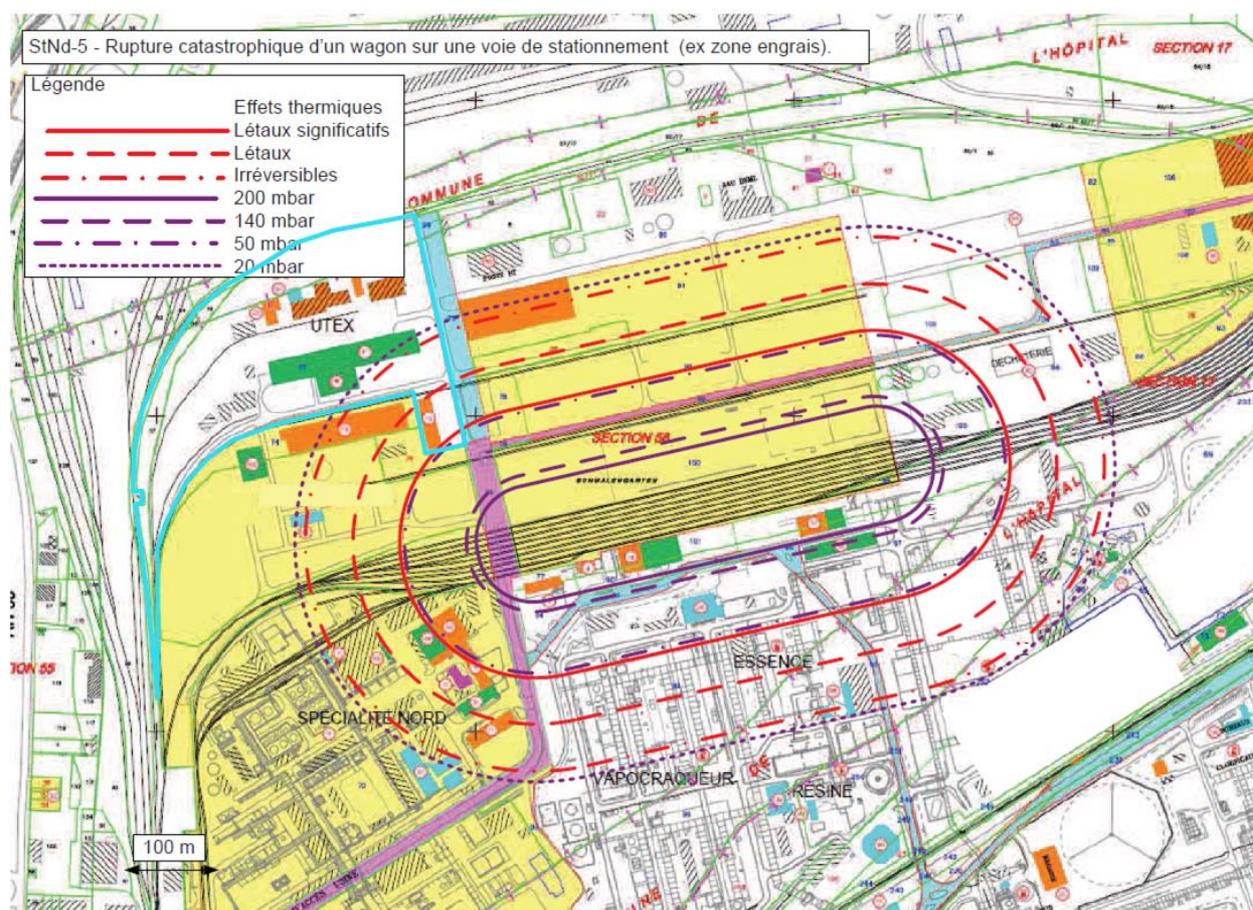
**Figure 4 : Carte des effets thermiques d'un jet enflammé, centré sur le réseau gaz naturel 18 barg, engendré par la grosse fuite sur le réseau (Source : TPF)**

### ► Dangers présentés par les installations d’AIR LIQUIDE

Les installations d’AIR LIQUIDE susceptibles de présenter des impacts sur le projet sont les canalisations de transport. Le paragraphe 6.2.4 ci-dessous, présente de manière spécifique les risques liés à ce type d’installation.

### ► Dangers présentés par les installations d’ARKEMA

D’après les informations fournies par ARKEMA, la zone UTEX est partiellement dans la zone des effets létaux significatifs (SELS) thermiques et partiellement dans la zone des effets irréversibles (surpression 50 mbar), comme le montre le tracé ci-dessous :



S’agissant d’effets thermiques de courte durée (boule de feu), la boule de feu n’est pas susceptible d’entraîner des effets domino.

Par conséquent, les phénomènes dangereux pouvant être générés par la société ARKEMA ne sont pas susceptibles d’engendrer des effets domino sur les installations en projet.

Il est à noter également, pour la sécurité du personnel, que le site peut être atteint par les effets toxiques irréversibles d’un nuage d’acroléine ou d’Aéotrope / acrylate d’éthyle et éthanol.

### ► Dangers présentés par les installations d'UNIPER

D'après les informations fournies par la société UNIPER, aucun incident depuis leurs installations ne présente des effets domino susceptibles d'atteindre la zone du projet.

### ► Conclusion

**Compte tenu de l'environnement industriel du projet, les effets domino depuis les installations voisines (TPF) sont retenus comme évènement initiateur dans la suite de la présente étude de dangers.**

Il est à noter qu'un projet prévoit la suppression de la conduite GN 18 bar en 2018 à la suite de la mise en service du futur poste de livraison de gaz naturel au Sud des voies ferrées Nord. Les effets domino liés à cette installation seront alors supprimés.

Enfin, la zone d'implantation du projet est implantée en zone grisée du PPRT de la plateforme de Carling-Saint-Avold. Le projet respectera le règlement du PPRT associé à cette zone notamment vis-à-vis des scénarios impactant les installations : les effets toxiques irréversibles (SEI) dus à une fuite d'acroléine et les effets de bris de vitre dus à une explosion de propylène.

## 6.2.3. Risques présentés par la circulation

### 6.2.3.1. Axes routiers

#### ► A l'intérieur du site

La circulation intérieure au site sera composée principalement :

- ▷ des camions de chargement / déchargement (matières premières, produits finis),
- ▷ des véhicules venant décharger des colis : pièces détachées, petits matériels,
- ▷ des engins de maintenance et de travaux,
- ▷ des véhicules légers du personnel.

Des places de parking à l'intérieur du site seront prévues pour les véhicules du personnel et des visiteurs. Toutefois, ne peuvent pénétrer dans l'enceinte de la plateforme, que les véhicules autorisés.

Une zone de parking dédiée aux livraisons des colis sera installée face à l'entrée du magasin de stockage des pièces détachées.

Plusieurs zones dédiées au chargement et déchargement des différentes matières premières et produits finis seront créées :

- ▷ Une zone dédiée au déchargement des matières premières liquides en vrac,
- ▷ Une zone dédiée au chargement des citernes liquide de produit fini,
- ▷ Une zone dédiée au chargement / déchargement des IBC et fûts,
- ▷ Une zone dédiée au déchargement des produits solides en sacs,
- ▷ Une zone dédiée au chargement des bennes de boues biologique et du sulfate d'ammonium,
- ▷ Une zone dédiée au chargement des déchets solides,
- ▷ Une zone dédiée au chargement des sels de butyrate.

Les chauffeurs des camions disposeront de consignes qui indiqueront le cheminement à suivre sur le site (plan de circulation). Une zone d'attente des camions sera prévue afin d'éviter une situation de dépotage simultané de produits incompatibles (ex : acide / soude).

La signalisation, conforme au code de la route, sera utilisée pour régler la circulation dans le site. Enfin, la vitesse sera limitée dans l'enceinte de la plateforme ainsi que sur le site.

Toute intervention sera soumise à un Plan de prévention, pour lequel seront analysés les risques et, par voie de conséquence, les précautions à prendre. Des permis complémentaires seront établis dans le cas de risques spécifiques (permis de feu, autorisation d'accès, etc.).

Pour les engins de manutention, le personnel devra disposer des formations nécessaires et d'une autorisation de conduite.

Ces différentes dispositions permettent de réduire les risques liés à un accident de circulation à l'intérieur du site.

#### ► A l'extérieur du site

Les axes routiers les plus proches du site en projet sont la N33 passant à 100 m à l'Ouest et la D26d passant à 300 m au Nord-Ouest.

Par ailleurs, la N33 est séparée de la plateforme par de la végétation et un talus. Aussi, en cas d'accident sur l'une de ces voies routières, les installations en projet sont suffisamment éloignées de la D26d et suffisamment protégées de la N33 pour ne pas être touchées.

La circulation sur les voies routières à l'extérieur du site n'est donc pas retenue comme événement initiateur.

### **6.2.3.2. Circulation ferroviaire**

Plusieurs voies ferrées privées, propriété des VFLI (Voies ferrées Locales et Industrielles) ou de TOTAL PETROCHEMICALS France ou ARKEMA traversent et longent la plateforme. Ces voies sont réservées au fret et longent la zone d'implantation du projet à l'Ouest et au Nord.

Compte tenu de leur proximité, un incident sur ces voies pourrait endommager les installations du projet.

**Par conséquent, l'événement initiateur d'accident depuis les voies ferrées de la plateforme longeant le site à l'Ouest et au Nord est retenu.**

### **6.2.3.3. Axes aériens**

L'aéroport international le plus proche est celui de Metz-Nancy. Il est situé à environ 50 km au sud-est du site.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 reprenant le courrier du 5 février 2007 au préfet de la Sarthe sur la prise en compte des chutes d'avion mentionnant que le risque peut être écarté si aucun aérodrome ne se situe à moins de 2 km de l'installation.

Le risque de chute d'aéronef n'est pas retenu pour l'analyse des risques.

#### 6.2.4. Canalisations et réseaux

Les canalisations enterrées ou semi enterrées qui sont à proximité directe du site en projet sont les suivantes :

- ▶ L'hydrogénoduc appartenant à Air Liquide, exporte de l'hydrogène (DN 50, PMS 100),
- ▶ L'azoduc appartenant à Air Liquide, alimente la plateforme en azote (DN 225, PMS 40),
- ▶ L'oxygénoduc appartenant à Air Liquide, alimente la plateforme en oxygène (DN 100 à 150, PMS 64),
- ▶ Le gazoduc appartenant à GRT gaz alimente la plateforme en gaz naturel (DN300, PMS 46).

La vue aérienne ci-dessous localise ces canalisations par rapport au projet :



Figure 5 : Localisation des canalisations à proximité du projet (Source : AIR LIQUIDE et GRTgaz)

D'après les informations fournies par AIR LIQUIDE, pour les pipes O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>, la zone des effets domino de surpression (200 mbars) est de 5 mètres autour des pipes enterrés ou aériens. Pour l'hydrogène la zone est de 15 mètres autour du pipe enterré.

D'après les informations fournies par GRT gaz, la zone des effets domino thermique liés à une rupture franche de la canalisation est de 55 m de chaque côté de la canalisation.

**Par conséquent, le risque lié aux effets domino d'un incident sur une de ces canalisations est retenu comme évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.**

## 6.2.5. Environnement naturel comme facteur de risque

### 6.2.5.1. Inondation

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Moselle approuvé en septembre 2011, la commune de Saint-Avold est positionnée dans le Recueil des Zones Inondées en raison (RZI) des crues des 15 et 6 octobre 1981.

Par ailleurs, aucun Plan de Prévention du Risque Inondation n'a été prescrit sur les communes de Saint-Avold et l'Hôpital.

Enfin, la zone d'implantation du projet est située sur une zone d'aléa très faible, comme le montre la carte de l'aléa des inondations dans les sédiments ci-dessous :

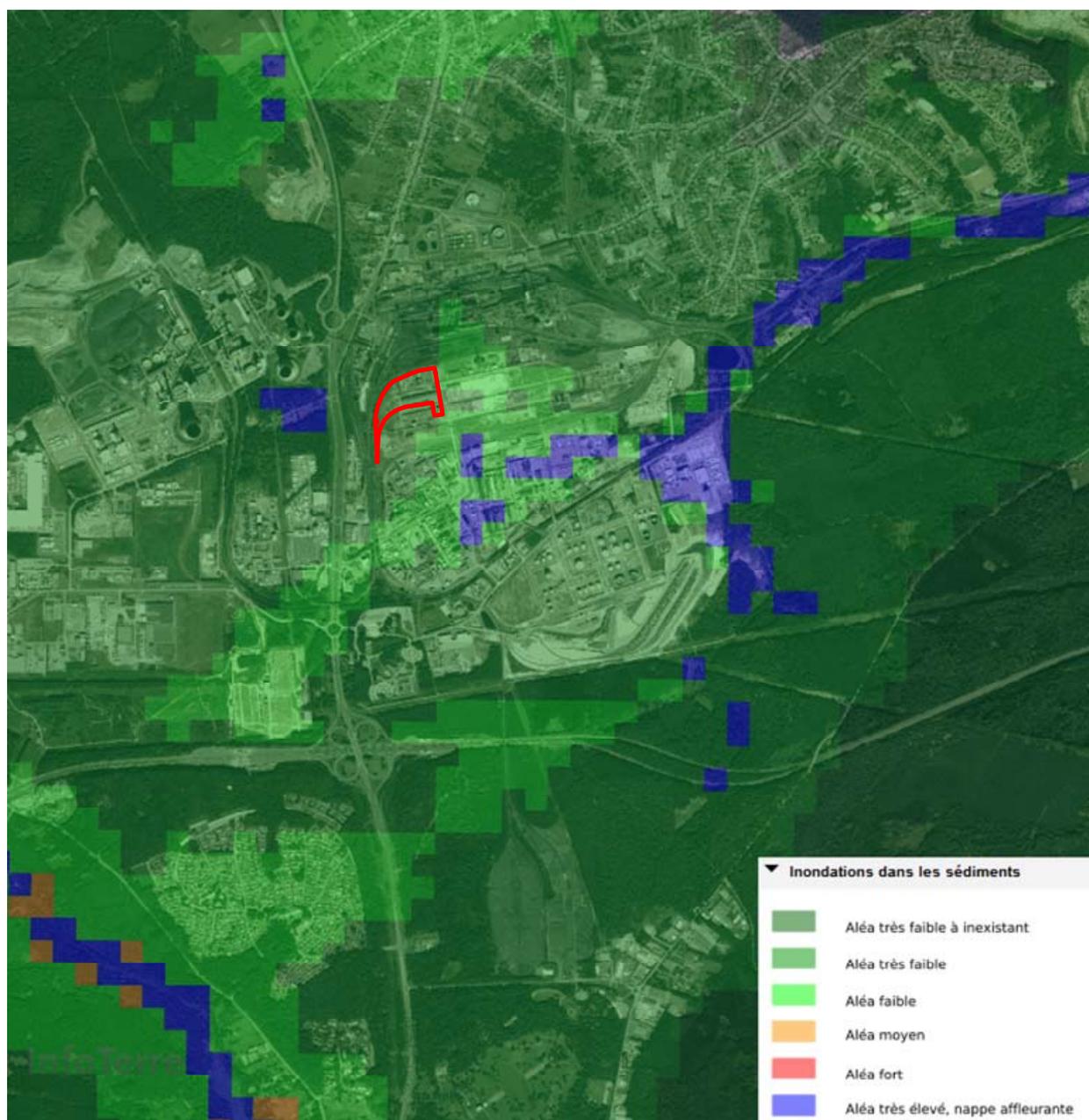


Figure 6 : Carte des aléas inondations dans les sédiments (Source : BRGM)

Par conséquent, le risque inondation n'est pas retenu comme évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.

#### **6.2.5.2. Sismicité**

Selon le Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique ainsi que le Décret n°2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- ▶ Zone 1 : sismicité très faible,
- ▶ Zone 2 : sismicité faible,
- ▶ Zone 3 : sismicité modérée,
- ▶ Zone 4 : sismicité moyenne,
- ▶ Zone 5 : sismicité forte.

Selon le décret n°2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, la Moselle est un département dont la zone de sismicité est très faible (zone 1).

D'après l'article 11 de l'arrêté du 4 octobre 2010, modifié par l'arrêté du 24 janvier 2011, fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées, les installations doivent respecter les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la catégorie dite « à risque normal », dans les délais et modalités prévues par l'article R. 563-5 du code de l'environnement. Or, ce dernier indique que les mesures préventives sont appliquées aux bâtiments, aux équipements et aux installations situés dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5. Le site étant implanté en zone de sismicité 1, il n'est pas concerné par l'application de ces mesures préventives.

La cause Séisme n'est donc pas retenue comme évènement initiateur.

### 6.2.5.3. Mouvement de terrain

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Moselle approuvé en septembre 2011, l'ensemble du département est concerné par le risque de mouvement de terrain en raison du « retrait et gonflement des argiles ».

Certaines zones des communes de Saint-Avold et de l'Hôpital présentent un aléa « retrait gonflement des argiles » faible, comme le montre l'extrait de la cartographie des aléas émise par la préfecture de Moselle :

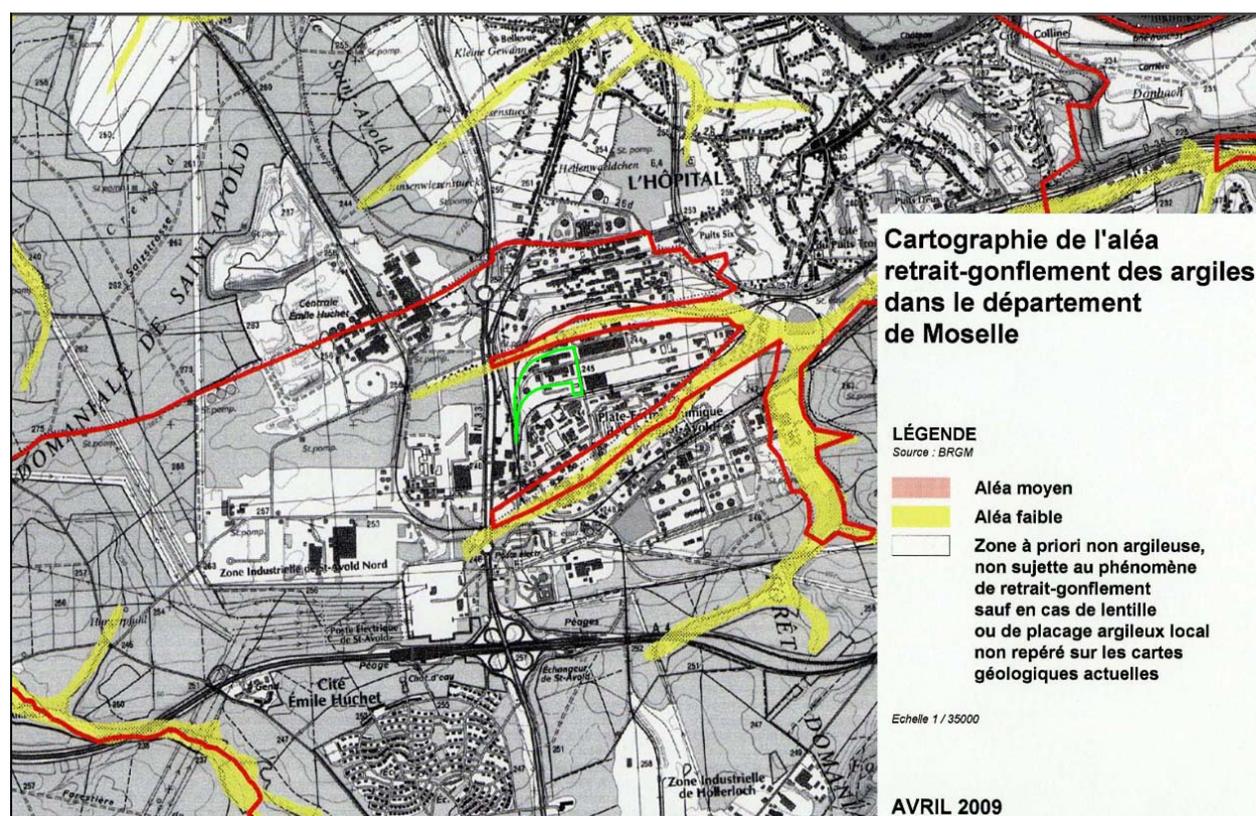


Figure 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles (préfecture de Moselle, avril 2009)

Toutefois, la zone d'implantation du projet n'est pas impactée par cet aléa. Par conséquent, le risque de mouvement de terrain n'est pas retenu en tant qu'évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.

### 6.2.5.4. Risque de feu de forêt

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Moselle approuvé en septembre 2011, la commune de Saint-Avold est concernée par le risque de feu de forêt.

Toutefois, la forêt de Saint-Avold est positionnée à plus d'1 km de la zone d'implantation du projet.

Par conséquent, les risques liés à un feu de forêt ne sont pas retenus comme évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.

#### 6.2.5.5. Risque foudre

Les statistiques de foudroiement de METEORAGE indiquent, pour la période de 2007 à 2016 :

- ▶ sur la commune de Saint-Avold 0,91 impacts par an et par km<sup>2</sup>, correspondant à un foudroiement faible. Par ailleurs, le nombre de jours d'orage enregistrés sur la période est de 10 jours par an ;
- ▶ sur la commune de L'Hôpital, 0,67 impacts par an et par km<sup>2</sup>, correspondant à un foudroiement faible. Par ailleurs, le nombre de jours d'orage enregistrés sur la période est de 3 jours par an.

Les dangers présentés par la foudre résultent :

- ▶ de l'impact mécanique du coup direct (soudaine et forte élévation de température, poinçonnement, réaction des matériaux),
- ▶ des courants de foudre associés :
  - ▷ soit sous forme directe (risques d'échauffements, destructions des conducteurs métalliques, pouvant générer des dégâts matériels importants, et des incendies d'origine électrique ou autre),
  - ▷ soit sous forme indirecte (remontées des potentiels de terre, surtensions générées par les câbles périphériques, les lignes téléphoniques, l'alimentation électrique, perturbations par création de champs électromagnétiques avec risques de claquages) susceptibles de générer des dysfonctionnements des systèmes de puissance et de contrôle commande, des claquages électriques d'atmosphères explosibles,...

Le projet, objet du présent DDAE, est soumis à l'arrêté du 19 juillet 2011 et à la circulaire du 24 avril 2008 relatif à la protection foudre des ICPE.

Par conséquent, une analyse du risque foudre et une étude technique seront réalisées. Les mesures de protection qui seront définies dans ces études seront ensuite mise en place sur les installations du projet avant démarrage de l'unité.

Par conséquent, les risques liés à la foudre ne sont pas retenus comme évènement initiateur dans la suite de l'étude de dangers.

#### 6.2.5.6. Conditions climatiques extrêmes

Compte tenu du climat pouvant présenter des fortes amplitudes thermiques (influence continentale) et de chutes de neiges fréquentes, le projet pourrait être soumis à des conditions climatiques extrêmes.

Par conséquent, les bâtiments et installations seront conçues selon les Normes Eurocode en vigueur.

Par ailleurs, les équipements sensibles seront calorifugés pour prévenir les problématique de variation de température.

La cause « neige et vent » n'est donc pas retenue comme évènement initiateur.

## 7. Identification des dangers liés aux opérations et aux équipements

### 7.1. Préambule

Les potentiels de danger et les évènements redoutés centraux associés sont identifiés à partir de l'analyse des risques. L'intensité maximale des effets liée aux phénomènes dangereux identifiés est calculée et les éventuels effets domino générés sont explicités.

Pour mener l'analyse des risques, le site a été découpé en plusieurs sections caractéristiques :

- ▶ Section 1 : Stockage de glycérine et pré-traitement
- ▶ Section 2 : Fermentation
- ▶ Section 3 : Séparation de la biomasse
- ▶ Section 4 : Purification du PDO
- ▶ Section 5 : Purification de l'Acide butyrique
- ▶ Section 6 : Equipements auxiliaires, utilités
- ▶ Section 7 : Traitement des effluents liquides et gazeux
- ▶ Section 8 : Production du Butyrate de sodium

Le plan ci-dessous localise les principaux ensembles fonctionnels du projet :

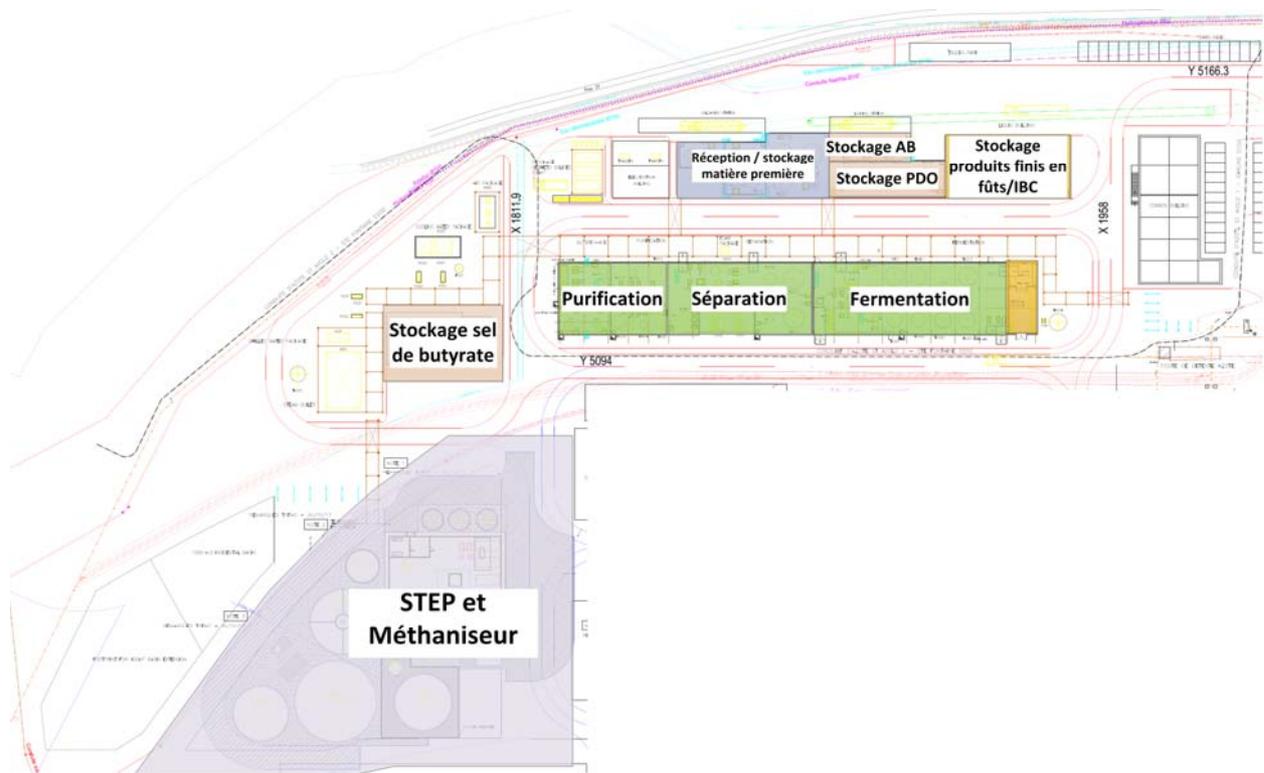


Figure 8 : Plan de localisation des ensembles fonctionnels du projet

Une première analyse des risques sous la forme d'une HAZOP (HAZard and OPerability) a été réalisée en 2014 par METEX et le Bureau d'étude TECHNIP. Le périmètre de cette HAZOP était le suivant : Unités n°610 (élimination du sel), n°220 (régénération du glycérol), n°700 (« Topping »), n°800 (« Tailing »), n°840 (séparation liquide / liquide), n°850 (régénération de solvant), n°860 (élimination des composés lourds).

Par la suite, une revue HAZID (Hazard Identification) a été réalisée par la société NEODYME les 26 et 27 juillet 2017.

Enfin, pour compléter les 2 premières analyses des risques réalisées, une HAZOP pour certaines sections et étapes spécifiques du procédé a été effectuée en septembre 2017 par Bureau Veritas. Le périmètre de cette étude comprenait : stockage et distribution d'acide sulfurique, cuve d'alimentation, stockage de glycérine, fermenteur principal, stockage d'ammoniaque 25%, « Tailing », stockage de PDO, stockage d'acide butyrique, séparation de l'eau, CIP station, vent treatment.

Le présent paragraphe a pour but de reprendre et synthétiser les éléments de la revue HAZID et des analyses HAZOP.

L'exhaustivité des scénarios est basée sur les revues HAZOP/HAZID qui ont été réalisées. METEX s'assurera en phase d'ingénierie de détails que les mises à jour ne modifient pas les conclusions de l'HAZOP.

Pour chacune des sections ci-dessus sont détaillés les éléments suivants :

- ▶ le périmètre de la section,
- ▶ un descriptif de l'installation,
- ▶ l'identification des potentiels de danger de la section,
- ▶ la réduction des potentiels de dangers,
- ▶ l'identification des événements redoutés centraux,
- ▶ les conséquences des phénomènes dangereux.

Le rapport des modélisations, présenté en annexe 1, développe la méthodologie utilisée pour définir les conséquences des phénomènes dangereux.

#### Remarque relative au risque de pollution :

En l'état actuel de la réglementation et des connaissances, le phénomène dangereux de pollution n'est pas coté en gravité, il n'est donc pas développé dans la suite de l'étude de dangers. Toutefois, les événements redoutés centraux retenus qui peuvent présenter un risque de pollution sont mentionnés et leurs conséquences sont analysées au paragraphe « Impacts liés aux situations accidentelles identifiées » de la partie 5 – Etude d'impact du présent DDAE.

Les moyens d'intervention en cas de pollution accidentelle sont présentés au §9.2.2.2.

#### Remarque relative aux explosions de capacités :

Pour les capacités « courantes » du procédé, telles que les colonnes, seules les plus grosses capacités pour chaque produit (PDO, MIBK, Acide butyrique) pouvant être utilisées ont été retenues pour l'estimation des conséquences d'une explosion. Par conséquent, seules 3 colonnes ont été retenues.

L'évaluation des scénarios majeurs a été réalisée en prenant pour origine les capacités les plus proches des limites du site sur la base des distances d'effets des capacités les plus grosses.

#### Remarque relative au PDO :

Dans le procédé, la composition du mélange contenant le PDO évolue jusqu'à obtenir le produit fini. Des mesures de point éclair lors de ces différentes étapes ont alors été réalisées pour qualifier le risque d'inflammation de ces mélanges. Ces mesures ont permis de mettre en évidence que le mélange pourrait être au-dessus de son point éclair (126°C) uniquement au niveau de la colonne T701, correspondant à l'étape « topping » du procédé (température soutirage colonne 142°C). Cette colonne se situe dans une rétention spécifique afin de limiter le risque incendie en cas de perte de confinement de la colonne.

#### Remarque relative à l'Acide Butyrique :

L'AB est manipulé au-dessus de son point éclair au niveau de la rétention commune avec le stockage de MIBK. Or, la quantité maximale d'AB est, à ce niveau-là du procédé, bien inférieure à la quantité de MIBK (maximum 550 L) et ne serait pas en mesure de recouvrir la totalité de la surface de la cuvette. Par conséquent, seul le cas majorant d'un feu de nappe de MIBK est considéré.

#### Remarque relative aux tuyauteries de procédé :

Les tuyauteries de procédé ne sont pas à l'origine de scénarios majeurs du fait de leur localisation, des quantités mises en jeux ou des conditions opératoires. Dans la suite de l'étude de dangers, seul les cas les plus pénalisants ont été retenus et développés.

## 7.2. Section 1 : Stockage de glycérine et pré-traitement

### 7.2.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités suivantes :

- ▶ UNITE 200 : Stockage de glycérine
- ▶ UNITE 210 : pré-traitement de la glycérine

### 7.2.2. Description des installations

Dans l'unité de pré-traitement, la glycérine brute est acidifiée de telle sorte que la grande majorité des acides gras, qui peuvent être néfastes à la fermentation, soient éliminés.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de stockage de la glycérine (n°4) et la zone de prétraitement de la glycérine (rectangle et carré roses) :

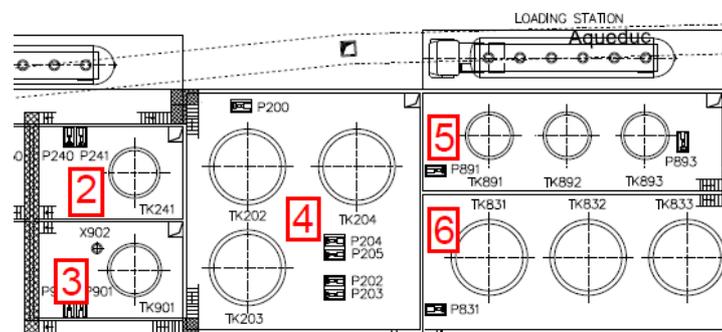


Figure 9 : Zone de stockage de la glycérine

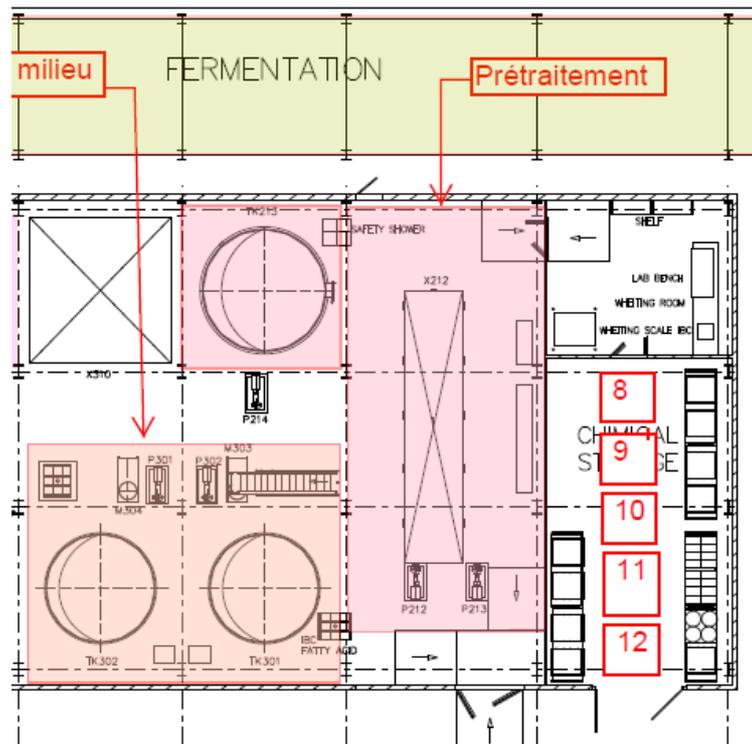


Figure 10 : Extrait du plan de masse – Stockage de glycérine et pré-traitement

## **7.2.3. Potentiels de dangers**

### **7.2.3.1. Identification des potentiels de dangers**

La glycérine n'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (CE) No. 1272/2008.

Toutefois, le potentiel de dangers associé à son utilisation serait lié à la présence d'un autre produit avec lequel la glycérine serait susceptible de réagir (acides et bases).

### **7.2.3.2. Réduction des potentiels de dangers**

La glycérine est la matière première principale du procédé mis en jeu dans le projet. Les quantités nécessaires ont été déterminées au plus juste pour une production de 5 000 t/an de PDO.

La localisation des stockages des produits sur le site a été définie de façon à ne pas mettre en présence ou à proximité des produits incompatibles (voir paragraphe 4.3, relatif aux incompatibilités). Par ailleurs, une zone d'attente des camions sera prévue afin d'éviter le dépotage simultané de produits incompatibles.

### **7.2.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers**

Aucun mode de libération du potentiel de dangers n'a été retenu. En effet, le mélange de la glycérine avec un produit incompatible serait susceptible de mener à une réaction exothermique dont les effets seraient limités et ne présenteraient pas de conséquences à l'extérieur du site.

## 7.3. Section 2 : Fermentation

### 7.3.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités suivantes :

- ▶ UNITE 300 : Bacs de préparation
- ▶ UNITE 310 : Stérilisation et dégazage
- ▶ UNITE 410 : Cuve d'alimentation
- ▶ UNITE 420 : Fermenteur principal
- ▶ UNITE 100 : Pre-culture 3
- ▶ UNITE 110 : Pre-culture 4
- ▶ UNITE 120 : Inoculum

### 7.3.2. Description des installations

Un ensemble de cuves/pompes/agitateur permet d'obtenir le milieu de fermentation qui est ensuite stérilisé en ligne.

L'objectif de la chaîne de pré-culture est d'obtenir une quantité de bactéries suffisante pour la réalisation d'une culture principale. Cette quantité de bactéries est obtenue par batch de fermentations successifs de volumes croissants.

La culture principale est réalisée par le réacteur de production PDO. Le mode de fermentation est assuré par une alimentation continue en milieu neuf accompagné d'un soutirage du moût de fermentation en continu. Le volume de la culture principale est maintenu constant.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de fermentation (Préparation de milieu, fermenteur, carré rose alimentation fermenteur) :

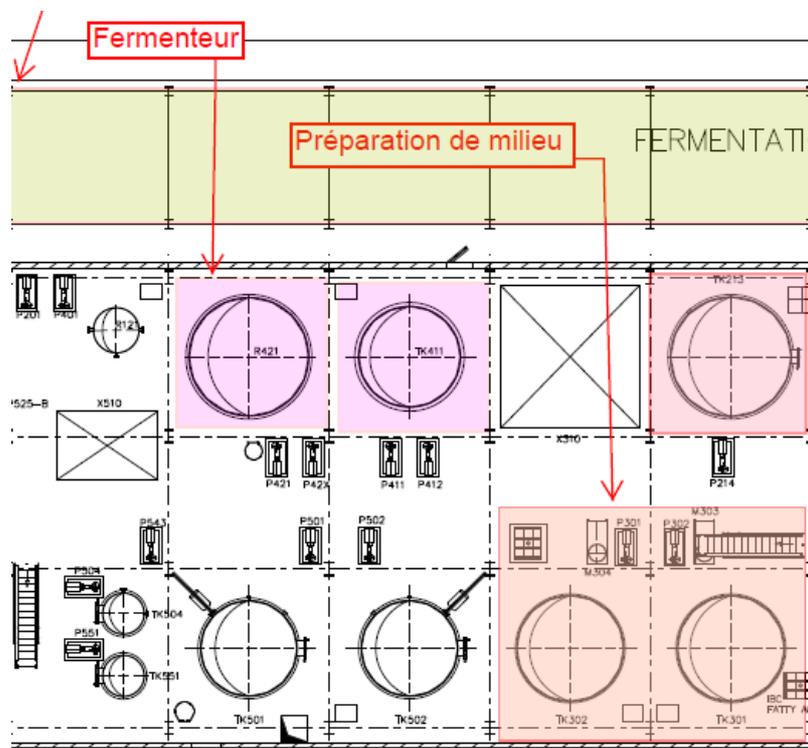


Figure 11 : Extrait du plan de masse - Fermentation

### 7.3.3. Potentiels de dangers

#### 7.3.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de dangers est lié à la quantité d'ammoniaque utilisé dans le procédé de fermentation en raison du caractère toxique de ses vapeurs.

#### 7.3.3.2. Réduction des potentiels de dangers

La quantité d'ammoniaque présente dans l'installation est limitée dans cette étape du procédé. En effet, dès sa mise en œuvre dans le procédé, l'ammoniaque est neutralisée par les espèces acides présentes et très fortement diluée, limitant ainsi les émanations de vapeurs d'ammoniaque toxiques. La seule situation pouvant présenter une concentration et un pH susceptibles de générer une quantité importante de vapeurs d'ammoniac gazeux toxique, est depuis le stockage d'ammoniaque en lui-même et la tuyauterie de soutirage. Le cas de la dispersion toxique d'un nuage d'ammoniaque est traité dans la section 7 de la présente étude de dangers.

#### 7.3.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ERC 2\_1 Explosion du fermenteur due à une montée en pression

#### 7.3.3.4. ERC 2\_1 Explosion du fermenteur

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 2\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion du fermenteur	Surpression	146 m	73 m	33 m	26 m	Installations aériennes dans un rayon de 26 m autour du fermenteur Les installations impactées sont des équipements des unités de production (section fermentation, séparation biomasse) et de stockages PDO pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale n'est pas impacté par le cercle des effets domino par contre la ligne de solution ammoniacale alimentant le procédé est impactée. Ainsi, l'explosion du fermenteur est susceptible de générer un phénomène dangereux majeur (ERC6_4) par effet domino.

#### ► Conclusion

Les effets irréversibles (SEI) associés à l'explosion du fermenteur due à une montée en pression sortiraient des limites du site. Par conséquent, cet événement redouté central fera l'objet d'une analyse détaillée des risques (Cf. paragraphe 7.11).

► **Mesures de prévention**

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Sécurité de pression très haute PAHH42100 fermant la vanne d'alimentation du fermenteur,
- ▷ Nettoyage régulier du filtre.

## 7.4. Section 3 : Séparation de la biomasse

### 7.4.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités nécessaires à la séparation de la biomasse bactérienne.

### 7.4.2. Description des installations

L'étape de séparation consiste à éliminer les microorganismes (biomasse) et une partie des protéines, polysaccharides et acides nucléiques (macromolécules) du moût de fermentation par une ou plusieurs étapes unitaires.

L'élimination se compose de plusieurs étapes mettant en œuvre différentes technologies.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de séparation de la biomasse (rectangle bleu) :

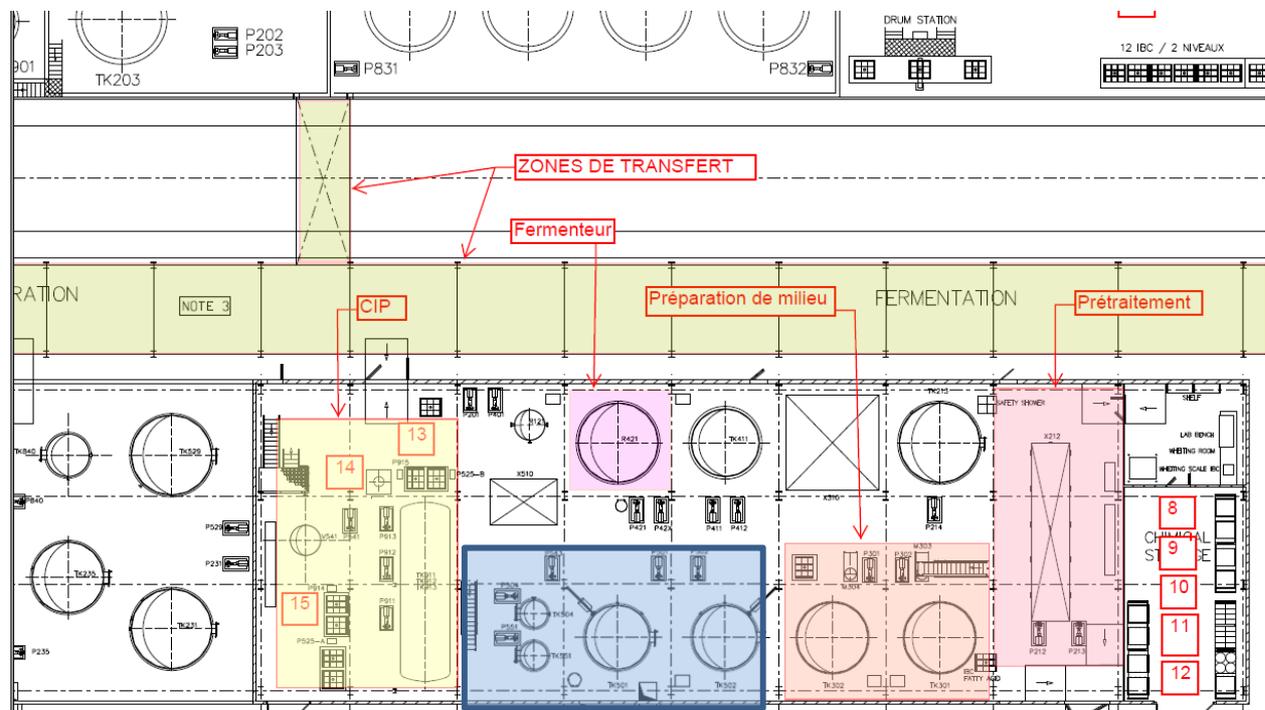


Figure 12 : Extrait du plan de masse – Séparation de la biomasse

### 7.4.3. Potentiels de dangers

#### 7.4.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de dangers de cette section est lié à la quantité d'acide nitrique présente du fait de son caractère toxique, ainsi que la présence d'un autre produit avec lequel il serait susceptible de réagir pour former du chlore, également toxique.

#### **7.4.3.2. Réduction des potentiels de dangers**

Les quantités de produits mises en jeu sont très faibles, limitant ainsi les conséquences de la mise en contact de produits incompatibles.

La localisation des stockages des produits sur le site a été définie de façon à ne pas mettre en présence ou à proximité des produits incompatibles. Par ailleurs, une zone d'attente des camions en cas de dépotage simultané de produits incompatibles sera prévue.

#### **7.4.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers**

Aucun mode de libération des potentiels de dangers n'a été retenu comme susceptible de présenter des effets à l'extérieur du site.

## 7.5. Section 4 : Purification du PDO

### 7.5.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités nécessaires à la purification du PDO.

### 7.5.2. Description des installations

La purification du PDO englobe l'ensemble du procédé qui permet, en partant du filtrat obtenu dans la partie séparation, d'obtenir du PDO pur et conforme aux spécifications attendues.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de purification du PDO (rectangle vert) :

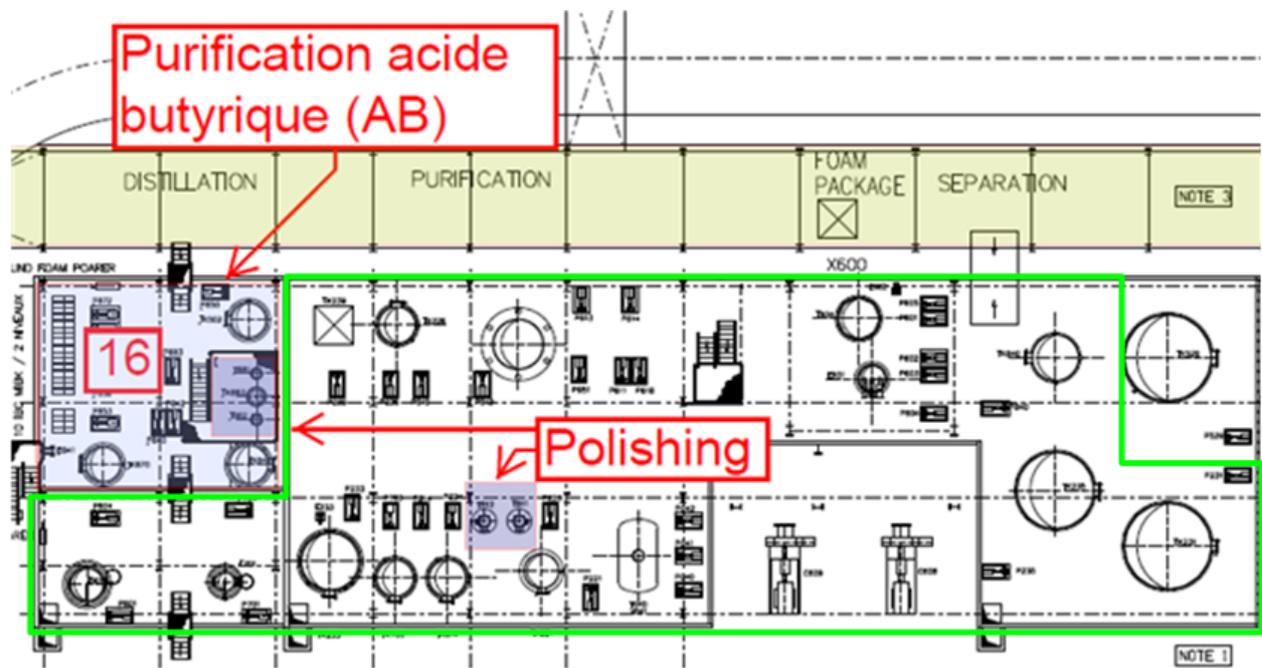


Figure 13 : Extrait du plan de masse – Purification du PDO

### 7.5.3. Potentiels de dangers

#### 7.5.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de dangers de cette section est lié à la présence de PDO dans des conditions de température au-dessus de son point éclair.

Le potentiel de dangers est également lié aux conditions opératoires de certains équipements pouvant mener à leur éclatement en cas de dérive.

### **7.5.3.2. Réduction des potentiels de dangers**

Le PDO est le produit final désiré en sortie du procédé, il n'est donc pas possible de le substituer ou de réduire ses quantités.

Les conditions opérations ont été définies selon les besoins du procédé. Par ailleurs, le choix des équipements sera réalisé de sorte à minimiser les risques et les conséquences des éclatements de capacité.

### **7.5.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers**

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ▶ ERC 4\_1 Epanchage de PDO dans la cuvette de rétention de la colonne T701,
- ▶ ERC 4\_2 Explosion d'une colonne sous vide
- ▶ ERC 4\_3 Pressurisation lente d'un bac de PDO

#### 7.5.3.4. ERC 4\_1 Epandage de PDO dans la cuvette de rétention de la colonne T701

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 4\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Feu de cuvette de PDO	Thermique	-	20 m	15 m	10 m	Installations aériennes dans un rayon de 10 m autour de la cuvette Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé ) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, le feu de cuvette de PDO n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

Il est à noter que la cuvette de rétention est dimensionnée pour collecter l'intégralité du volume liquide présent ainsi que les eaux d'extinction.

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- Pompe véhiculant le produit inflammable de type entrainement magnétique sans garniture pour prévenir les fuites,
- Joints adaptés au produit,
- Permis de feu obligatoire pour toute intervention avec point chaud.

### 7.5.3.5. ERC 4\_2 Explosion d'une colonne sous vide

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 4\_2, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion colonne sous vide_T801	Surpression	50 m	25 m	10 m	10 m	Installations aériennes dans un rayon de 10 m autour de la colonne. Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé ) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, le feu de cuvette de PDO n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Mise sous azote des colonnes pendant les phases transitoires de démarrage et d'arrêt,
- ▷ Classement ATEX internes de colonne,
- ▷ Permis de feu obligatoire pour toute intervention avec point chaud.

### 7.5.3.6. ERC 4\_3 Pressurisation lente d'un bac de PDO

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 4\_3, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Pressurisation lente d'un bac de PDO	Thermiques	-	24 m	20 m	18 m	Le phénomène de pressurisation lente est à cinétique rapide et ne génère pas d'effet domino

#### ► **Conclusion**

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► **Mesures de prévention**

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Moyens de lutte incendie

## 7.6. Section 5 : Purification de l'Acide butyrique (AB)

### 7.6.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités nécessaires à la purification de l'acide butyrique.

### 7.6.2. Description des installations

La purification de l'acide butyrique englobe la partie du procédé qui permet, à partir des résidus aqueux issus de la purification du PDO, d'obtenir de l'acide butyrique pur et conforme aux spécifications attendues.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de purification de l'AB (rectangle bleu) :

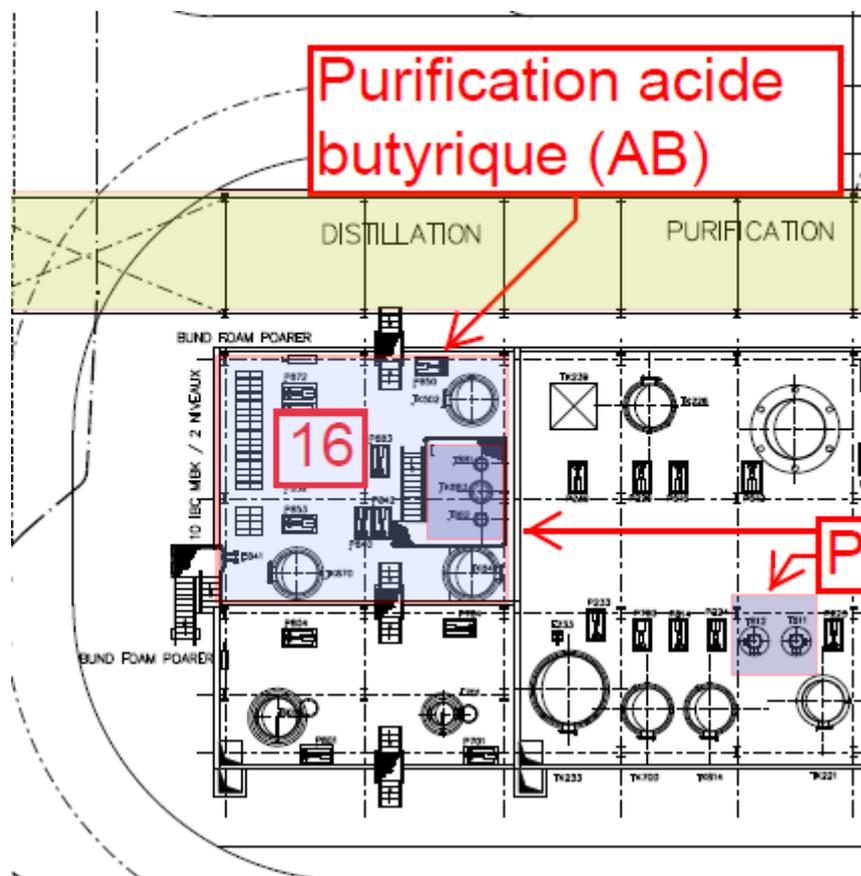


Figure 14 : Extrait du plan de masse – Purification de l'AB

### 7.6.3. Potentiels de dangers

#### 7.6.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de dangers sur cette section est lié à la quantité de MIBK présents du fait de son caractère inflammable et de l'explosivité de ses vapeurs.

Par ailleurs, le potentiel de dangers est également lié aux conditions opératoires de certains équipements pouvant mener à leur éclatement en cas de dérive.

### **7.6.3.2. Réduction des potentiels de dangers**

Le MIBK est nécessaire à l'étape de purification de l'AB ; ses quantités ont été définies selon les besoins du procédé.

Les conditions opérations ont été définies selon les besoins du procédé. Par ailleurs, le choix des équipements sera réalisé de sorte à minimiser les risques et les conséquences des éclatements de capacité.

### **7.6.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers**

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ▶ ERC 5\_1 Epanchage de MIBK dans la cuvette de rétention
- ▶ ERC 5\_2 Explosion du bac de stockage de MIBK
- ▶ ERC 5\_3 Explosion de la colonne T851 contenant du MIBK
- ▶ ERC 5\_4 Explosion de la colonne T861 contenant de l'AB
- ▶ ERC 5\_5 Pressurisation lente d'un bac de MIBK

#### 7.6.3.4. ERC 5\_1 Epanchage de MIBK dans la cuvette de rétention

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 5\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Epanchage de MIBK_Feu de nappe	Thermique	-	30 m	25 m	20 m	Installations aériennes dans un rayon de 20 m autour de la cuvette Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, le feu de cuvette suite à l'épanchage de MIBK n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

Il est à noter que la cuvette de rétention est dimensionnée pour collecter l'intégralité du volume liquide présent ainsi que les eaux d'extinction.

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Installation détection de niveau haut sur les bacs de stockage coupant l'alimentation,
- ▷ Pompe véhiculant le produit inflammable de type entrainement magnétique sans garniture pour prévenir les fuites,
- ▷ Joints adaptés au produit,
- ▷ Permis de feu obligatoire pour toute intervention avec point chaud.

### 7.6.3.5. ERC 5\_2 Explosion du bac de stockage de MIBK

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 5\_2, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion bac MIBK	Surpression	40 m	20 m	10 m	10 m	Installations aériennes dans un rayon de 10 m autour du bac Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, l'explosion d'un bac de MIBK n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

#### ► Conclusion

Seuls les effets bris de vitre sortiraient des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Stockage sous azote,
- ▷ Event spécifique produit inflammable,
- ▷ Classification zone ATEX.

### 7.6.3.6. ERC 5\_3 Explosion de la colonne T851 contenant du MIBK

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 5\_2, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion colonne T851	Surpression	20 m	10 m	5 m	5 m	Installations aériennes dans un rayon de 5 m autour de la colonne Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, l'explosion de la colonne T851 n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Mise sous azote des colonnes pendant les phases transitoires de démarrage et d'arrêt,
- ▷ Event spécifique,
- ▷ Classification zone ATEX.

### 7.6.3.7. ERC 5\_4 Explosion de la colonne T861 contenant de l'AB

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 5\_4, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion colonne T861	Surpression	30 m	15 m	5 m	5 m	Installations aériennes dans un rayon de 5 m autour de la colonne Les installations impactées sont des équipements des unités de production (colonnes sous vide procédé) pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, l'explosion de la colonne T861 n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

#### ► **Conclusion**

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► **Mesures de prévention**

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Mise sous azote des colonnes pendant les phases transitoires de démarrage et d'arrêt,
- ▷ Event spécifique,
- ▷ Classification ATEX.

### 7.6.3.8. ERC 5\_5 Pressurisation lente d'un bac de MIBK

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 5\_5, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Pressurisation lente d'un bac de MIBK	Thermiques	-	32 m	29 m	28 m	Le phénomène de pressurisation lente est à cinétique rapide et ne génère pas d'effet domino

#### ► **Conclusion**

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► **Mesures de prévention**

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Moyens de lutte incendie

## 7.7. Section 6 : Equipements auxiliaires, utilités

### 7.7.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités suivantes :

- ▶ UNITE 240 : Stockage d'acide sulfurique
- ▶ UNITE 950 : Cuve de condensat
- ▶ UNITE 900 : Stockage d'ammoniaque
- ▶ UNITE 230 : Stockage des effluents de condensats
- ▶ Les chaudières au gaz naturel et les tuyauteries associées
- ▶ Zone de stockage de déchets

### 7.7.2. Description des installations

Le site disposera d'un bac de stockage de solution ammoniacale et d'un bac de stockage d'acide sulfurique.

Le site se munira d'une chaudière fonctionnant au gaz naturel pour la production de vapeur, avec une puissance thermique maximale inférieure à 20 MW. Le méthane issu du traitement des effluents liquides est utilisé uniquement en appoint.

Le procédé générera très peu de déchets solides. Il s'agira essentiellement des résidus de résines échangeuses d'ions utilisées pour la décoloration du produit fini. Les déchets qui seront générés seront triés et rassemblés dans une zone dédiée implantée au Nord-Ouest du site.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de stockage d'acide sulfurique (repère n°2) et la zone de stockage de la solution ammoniacale (repère n°3) :

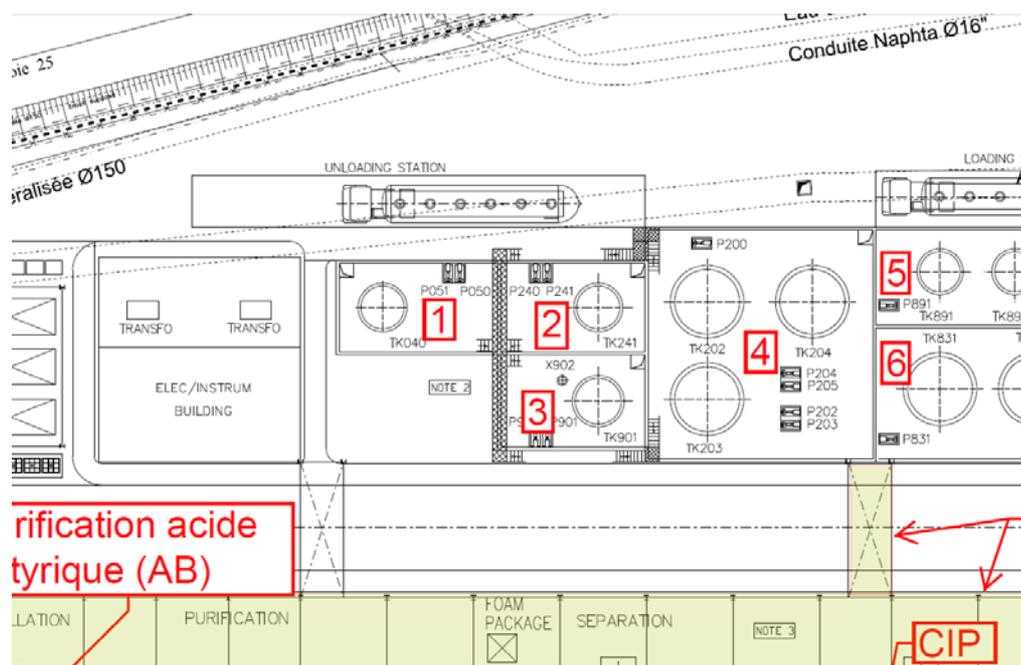


Figure 15 : Extrait du plan de masse – Zones de stockage d'acide sulfurique et de solution ammoniacale

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de stockage de déchets (rectangle bleu) :

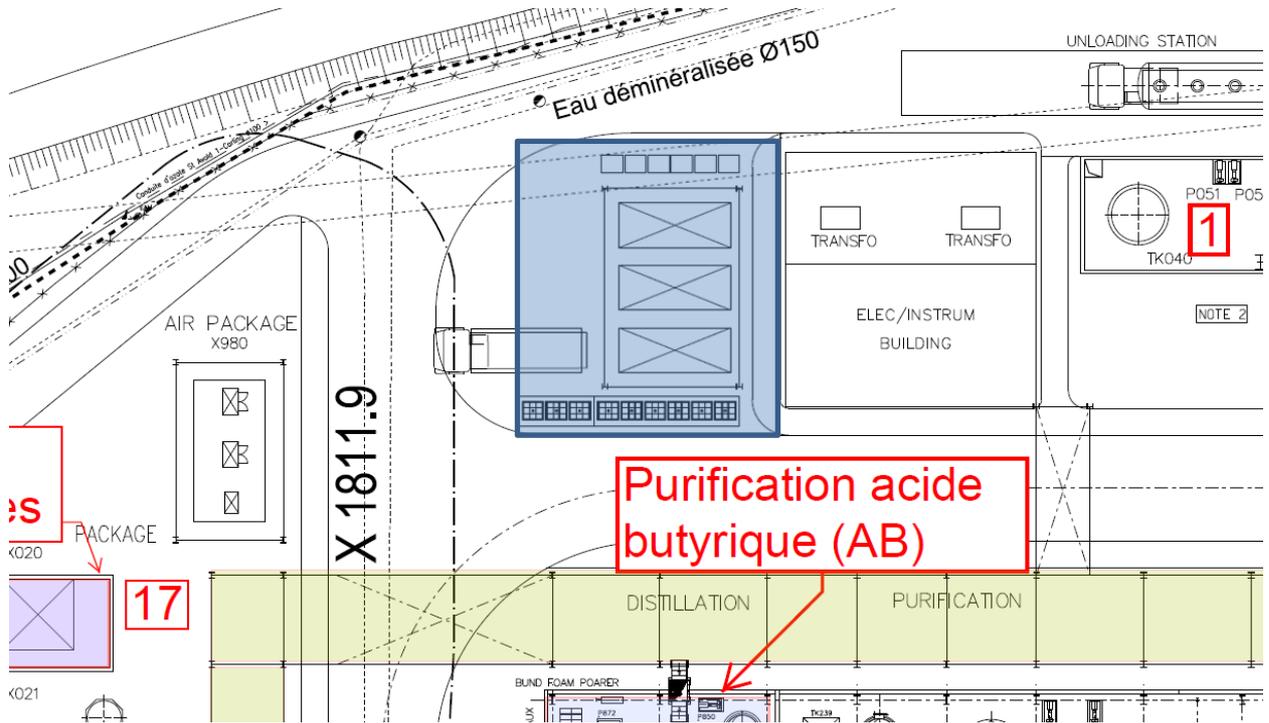


Figure 16 : Extrait du plan de masse – Zone de stockage de déchets

L'organisation détaillée de la zone de stockage de déchet est illustrée ci-dessous :

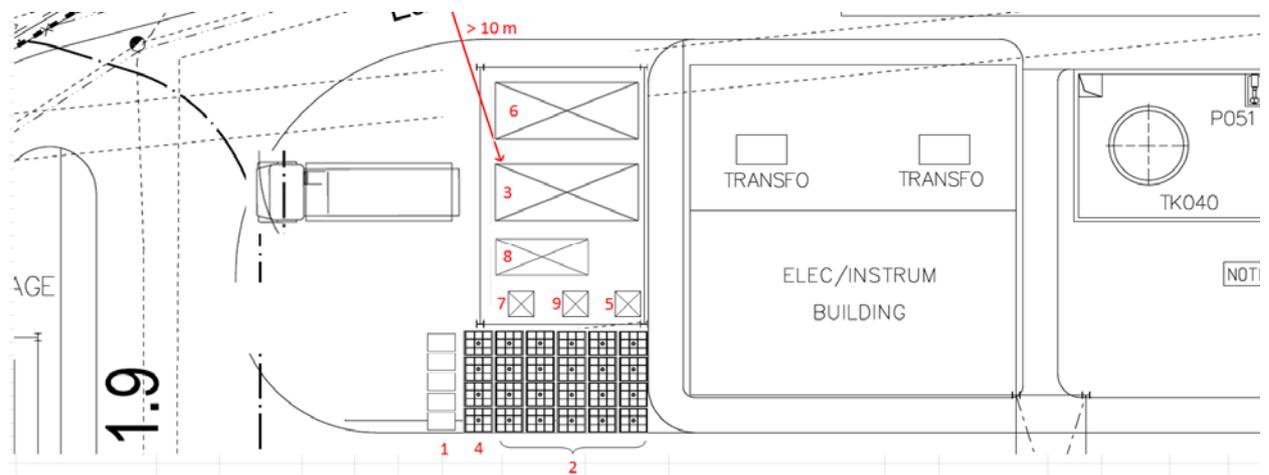


Figure 17 : Zone de stockage de déchets

Référence	Type déchet	Référence	Type déchet
1	Palettes	2	IBC ou futs plastiques usagés
3	Sacs ou big bag usagés	4	Résines échanges d'ions usagés
5	Déchets industriels spéciaux divers	6	Métaux
7	Polystyrène et des plastiques	8	Cartons et emballages
9	Electronique		

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone des chaudières :

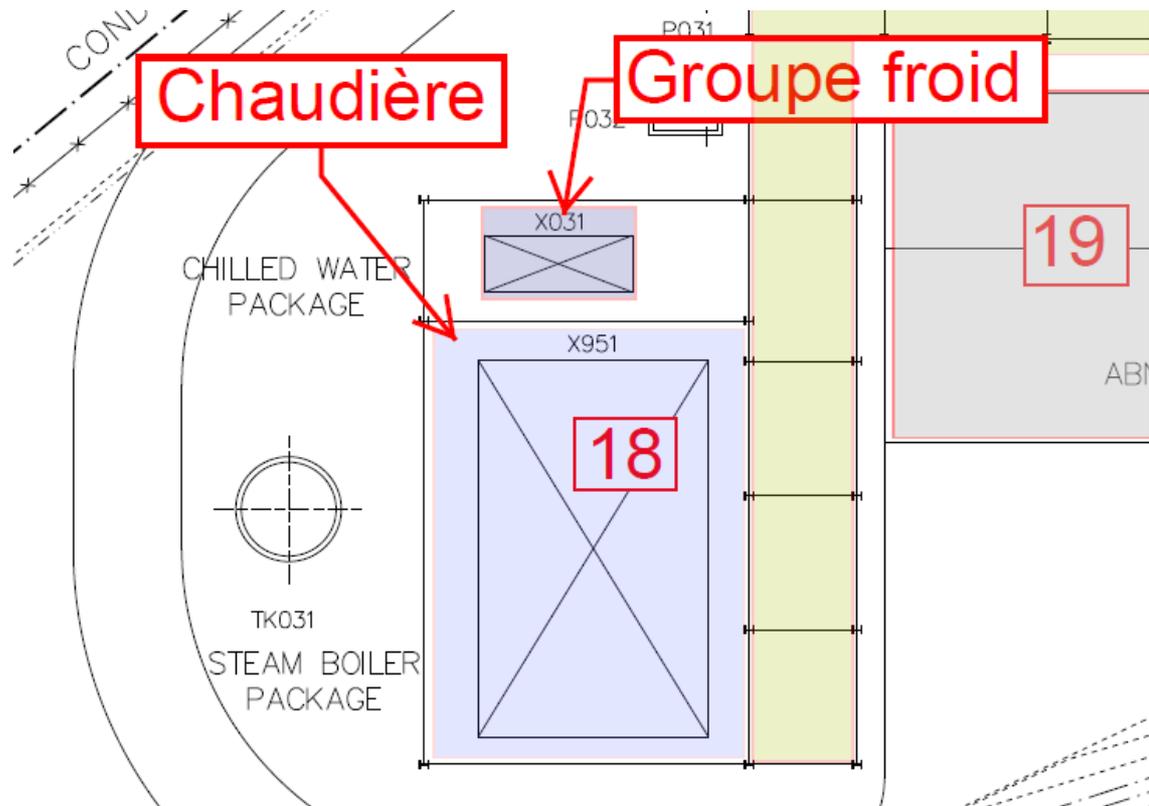


Figure 18 : Extrait du plan de masse – Chaudières

### 7.7.3. Potentiels de dangers

#### 7.7.3.1. Identification des potentiels de dangers

Les potentiels de dangers liés à cette section sont la quantité d'ammoniaque en raison de son caractère toxique, la quantité de gaz présent dans les tuyauteries et dans la chambre de combustion de la chaudière en raison de son caractère explosif.

Enfin, le potentiel de dangers est également lié à la quantité de matière contenue dans la zone de stockage de déchets du fait leur caractère combustible.

#### 7.7.3.2. Réduction des potentiels de dangers

L'ensemble des équipements auxiliaires et utilités de cette section est nécessaire au bon fonctionnement du site et du procédé.

Les caractéristiques de chaque installation présentant un potentiel de dangers ont été définies suivant les besoins du procédé et du fonctionnement optimal du site.

### 7.7.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ▶ ERC 6\_1 Rupture franche d'une tuyauterie de gaz naturel
- ▶ ERC 6\_2 Explosion de la chambre de combustion de la chaudière
- ▶ ERC 6\_3 Incendie de la zone de stockage de déchets
- ▶ ERC 6\_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention

### 7.7.3.4. ERC 6\_1 Rupture franche d'une tuyauterie de gaz naturel

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 6\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_Feu de jet	Thermique	-	10 m	9 m	9 m	Aucun équipement n'est impacté par les effets domino
Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_UVCE	Surpression	Masse explosible trop faible			-	
Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_Flash fire	Thermique	-	5 m	4 m	4 m	/

#### ▶ Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ▶ Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Plan d'inspection des tuyauterie de gaz naturel,
- ▷ Détection pression gaz basse à l'arrivée chaudière,
- ▷ Ronde opérateur.

### 7.7.3.5. ERC 6\_2 Explosion de la chambre de combustion de la chaudière

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 6\_2, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion de la chambre de combustion	Surpression	22 m	11 m	4 m	3 m	Aucun équipement n'est impacté dans un rayon de 3 m de la chambre de combustion

#### ► **Conclusion**

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► **Mesures de prévention**

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Conception de la chaudière suivant norme EN 1250 et DESP 97/23/CE,
- ▷ Chaudière installée dans chaufferie dédiée,
- ▷ Formation du personnel exploitant,
- ▷ Contrat d'entretien avec entreprise spécialisée.

### 7.7.3.6. ERC 6\_3 Incendie de la zone de stockage de déchets

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 6\_3, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Incendie de la zone de stockage de déchets	Thermiques	-	8,5 m	6 m	4 m	Aucun équipement n'est impacté dans un rayon de 4 m de la zone de stockage

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Stockages des déchets dans des bennes séparées et parfaitement identifiées,
- ▷ Permis de feu obligatoire pour toute intervention avec point chaud.

### 7.7.3.7. ERC 6\_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 6\_4, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Dispersion toxique de NH <sub>3</sub>	Toxique	-	71 m	23 m	22 m	/

#### ► Conclusion

Les effets toxiques irréversibles associés à un épandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention sortiraient des limites du site. Par conséquent, cet évènement redouté central fera l'objet d'une analyse détaillée des risques (Cf. paragraphe 7.11).

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Procédures de déchargement,
- ▷ Bac de stockage en PEHD,
- ▷ Surveillance permanente pendant le déchargement,
- ▷ Détection vapeur ammoniac dans la rétention.

## 7.8. Section 7 : Traitement des effluents liquides et gazeux

### 7.8.1. Périmètre de la section

Le périmètre de cette section comprend les unités suivantes :

- ▶ Installation de traitement des effluents
- ▶ UNITE 040 : Scrubber collectant les effluents gazeux du procédé

### 7.8.2. Description des installations

L'ensemble des effluents liquides du procédé sont collectés et envoyés vers une installation de traitement des effluents localisée sur le site.

L'installation de traitement des effluents est constituée des étapes suivantes :

- ▶ Prétraitement de la biomasse et des acides gras,
- ▶ Cristallisation des sels de sulfate d'ammonium,
- ▶ Méthanisation,
- ▶ Traitement aérobic,
- ▶ Filtration charbon actif.

Cette installation est à l'origine de la production de biogaz qui est réutilisé dans le procédé.

Les effluents gazeux collectés et envoyés vers le scrubber sont les suivants :

- ▶ Les événements de respiration des bacs collectés,
- ▶ Les événements des pompes à vide,
- ▶ Le CO<sub>2</sub> produit par la fermentation principale du PDO,
- ▶ Les vapeurs de MIBK issues du stockage,
- ▶ La purge du sécheur-granulateur de butyrate de sodium.

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise le scrubber général (rectangle vert) :

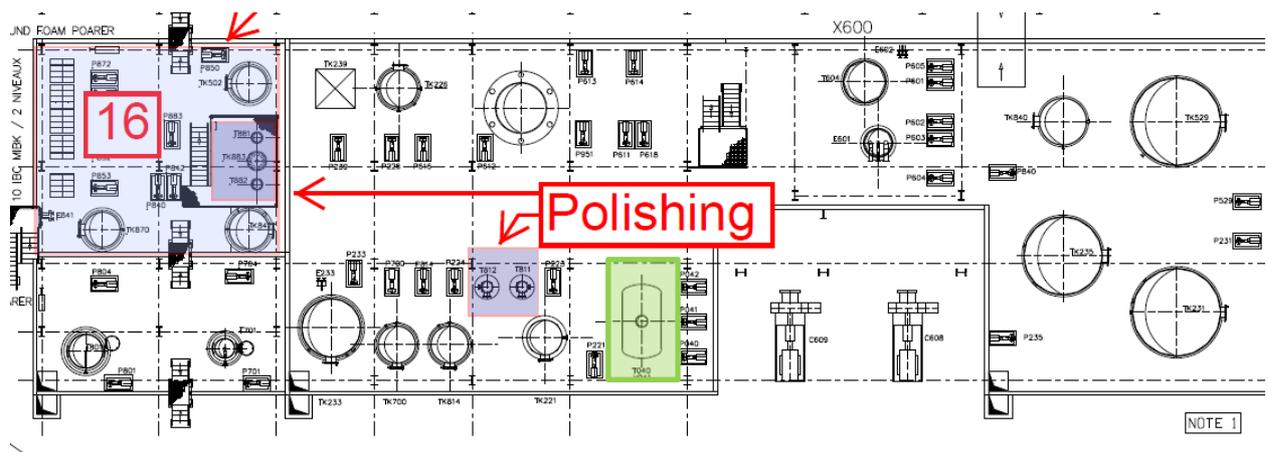


Figure 19 : Extrait du plan de masse – Scrubber général

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise l'installation de traitement des effluents :

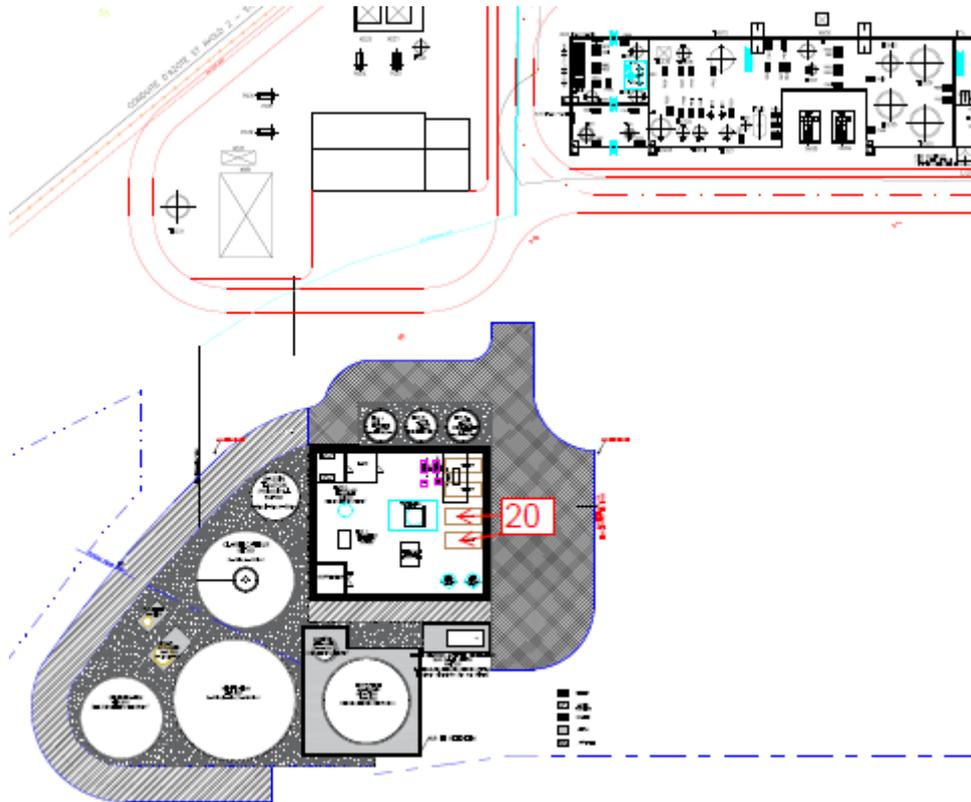


Figure 20 : Extrait du plan de masse – Installation de traitement des effluents

### 7.8.3. Potentiels de dangers

#### 7.8.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de danger est lié à la quantité de vapeurs dans le scrubber ou de biogaz dans le méthaniseur du fait de leur caractère explosible et inflammable.

#### 7.8.3.2. Réduction des potentiels de dangers

Le procédé de méthanisation est à l'origine d'une production de biogaz. Afin de limiter les consommations en gaz naturel, ce biogaz est réinjecté dans la chaudière pour la production de vapeur du procédé. La quantité de biogaz produite est liée à la quantité de carbone présente dans les effluents aqueux du projet.

La mise en place du scrubber a pour vocation de limiter les émissions atmosphériques et les nuisances olfactives en provenance du procédé. La quantité de gaz produite par l'installation est dictée par les besoins du procédé.

### 7.8.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ▶ ERC 7\_1 Explosion du méthaniseur
- ▶ ERC 7\_2 Eclatement du scrubber

Remarque : Le débit maximal de biogaz (100 Nm<sup>3</sup>/h) est trop faible pour que des distances d'effets significatives soient générées en cas rupture franche sur une tuyauterie en DN25 (la longueur de flamme serait de moins de 2 m et la distance à la LIE d'environ 1,3 m).

### 7.8.3.4. ERC 7\_1 Explosion du méthaniseur

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 7\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion du méthaniseur	Surpression	98 m	49 m	Non atteint	Non atteint	/

Il est à noter que ces distances d'effet correspondent à l'explosion de l'intégralité du volume du méthaniseur. En fonctionnement normal le biogaz n'occupe que moins de 5% de ce volume. Le reste est occupé par le digestat liquide.

#### ▶ Conclusion

Seuls les effets bris de vitre sortiraient des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ▶ Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ contrôles de niveau méthaniseur,
- ▷ Soupape hydraulique,
- ▷ Classification ATEX.

### 7.8.3.5. ERC 7\_2 Eclatement du scrubber

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 7\_2, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Eclatement du scrubber général	Surpression	30 m	15 m	10 m	10 m	Installations aérienne dans un rayon de 10 m Les installations impactées sont des équipements des unités de production pour lesquels aucun scénario d'accident majeur n'est susceptible de se produire selon l'analyse des potentiels de dangers des autres sections. Le stockage d'eau ammoniacale et le fermenteur ne sont pas impactés par le cercle des effets domino. Ainsi, l'explosion de la colonne du scrubber n'est pas susceptible de générer un phénomène dangereux majeur par effet domino.

#### ► Conclusion

Aucun des effets générés par l'évènement redouté central ne sortirait des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ► Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ Event inflammable sous azote,
- ▷ Events séparés par barrage hydraulique (éjecteurs),
- ▷ Soupapes de sécurité sur les bacs inertés.

## 7.9. Section 8 : Emploi du Butyrate de sodium

### 7.9.1. Périmètre de la section

Le périmètre de la présente section concerne les étapes de fabrication du butyrate de sodium et le stockage du produit fini.

### 7.9.2. Description des installations

Le sel de butyrate de sodium est produit à partir d'acide butyrique purifié et de soude à 50%.

Le produit est granulé dans un sécheur / granuleur et envoyé dans un silo de stockage (TK064).

L'extrait du plan de masse ci-dessous localise la zone de butyrate de sodium :

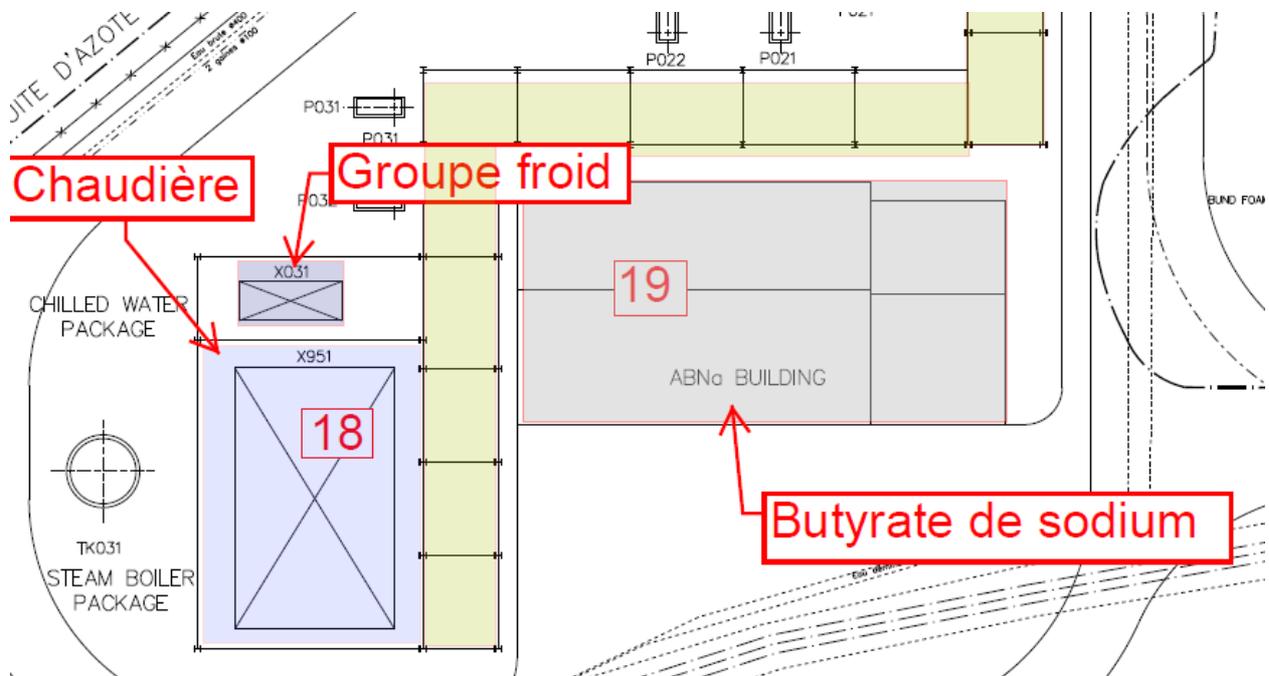


Figure 21 : Extrait du plan de masse – Butyrate de sodium

### 7.9.3. Potentiels de dangers

#### 7.9.3.1. Identification des potentiels de dangers

Le potentiel de dangers de dangers de cette section est lié à la quantité de butyrate de sodium en raison du caractère explosif des poussières.

La décomposition thermique du butyrate est également possible au-delà de 280°C.

#### 7.9.3.2. Réduction des potentiels de dangers

Le silo de butyrate de sodium sera positionné sur le site de façon à être en dehors des zones d'effets domino thermique (8 kW/m<sup>2</sup>) identifiés sur les autres installations. De ce fait, la décomposition thermique peut être écartée.

Le silo de butyrate sera muni d'un disque de rupture dimensionné selon la norme NF EN 14491 « Systèmes de protection par évent contre les explosions de poussières ».

### 7.9.3.3. Conséquences des modes de libération des potentiels de dangers

Les modes de libération des potentiels de dangers identifiés sont les suivants :

- ▶ ERC 8\_1 Explosion du silo de butyrate

Remarque : de manière extrêmement pénalisante, les calculs ont été réalisés sans tenir compte de la présence du disque de rupture.

### 7.9.3.4. ERC 8\_1 Explosion du silo de butyrate

Le tableau ci-dessous récapitule, pour l'ERC 8\_1, les phénomènes dangereux associés, leurs distances d'effets et les effets domino engendrés.

Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets domino
Explosion du silo	Surpression	72 m	36 m	17 m	11 m	Aucun équipement n'est impacté par les effets domino

#### ▶ Conclusion

Seuls les effets bris de vitre sortiraient des limites du site. Par conséquent cet évènement redouté central ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

#### ▶ Mesures de prévention

Les mesures de prévention mises en place sur cette section sont les suivantes :

- ▷ disque de rupture dimensionné selon la norme NF EN 14491.

## 7.10. Tableau récapitulatif des phénomènes dangereux étudiés

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des phénomènes dangereux étudiés dans le cadre de l'étude de dangers, ainsi que leurs distances d'effets :

Référence	Phénomène dangereux	Type d'effet	Bris de vitres	SEI	SEL	SELS	Effets hors site
ERC 2_1	Explosion du fermenteur	Surpression	146 m	73 m	33 m	26 m	OUI (SEI)
ERC 4_1	Feu de cuvette de PDO	Thermique	-	20 m	15 m	10 m	NON
ERC 4_2	Explosion colonne sous vide_T801	Surpression	50 m	25 m	10 m	10 m	NON
ERC 4_3	Pressurisation lente d'un bac de PDO	Thermiques	-	24 m	20 m	18 m	NON
ERC 5_1	Epanchage de MIBK_Feu de nappe	Thermique	-	30 m	25 m	20 m	NON
ERC 5_2	Explosion bac MIBK	Surpression	40 m	20 m	10 m	10 m	Bris de vitres
ERC 5_3	Explosion colonne T851	Surpression	20 m	10 m	5 m	5 m	NON
ERC 5_4	Explosion colonne T861	Surpression	30 m	15 m	5 m	5 m	NON
ERC 5_5	Pressurisation lente d'un bac de MIBK	Thermiques	-	32 m	29 m	28 m	NON
ERC 6_1	Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_Feu de jet	Thermique	-	10 m	9 m	9 m	NON
	Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_UVCE	Surpression	Masse explosible trop faible				NON
	Rupture franche tuyauterie de gaz naturel_Flash fire	Thermique	-	5 m	4 m	4 m	NON
ERC 6_2	Explosion de la chambre de combustion	Surpression	22 m	11 m	4 m	3 m	NON
ERC 6_3	Incendie de la zone de stockage de déchets	Thermiques	-	8,5 m	6 m	4 m	NON
ERC 6_4	Dispersion toxique de NH <sub>3</sub>	Toxique	-	71 m	23 m	22 m	OUI (SEI)
ERC 7_1	Explosion du méthaniseur	Surpression	98 m	49 m	Non atteint	Non atteint	Bris de vitres
ERC 7_2	Eclatement du scrubber général	Surpression	30 m	15 m	10 m	10 m	NON
ERC 8_1	Explosion du silo	Surpression	72 m	36 m	17 m	11 m	Bris de vitres

**Tableau 14 : Récapitulatif des phénomènes dangereux étudiés**

## 7.11. Analyse détaillée des modes de libération des potentiels de danger dont les effets sortent du site

### 7.11.1. Préambule

L'analyse détaillée des risques a pour objectif de présenter, pour chaque événement redouté central, la combinaison de causes différentes et les mesures de maîtrise du risque, ainsi que les différents phénomènes dangereux provenant de cet événement, selon la méthode du diagramme causes / conséquences, dite du "nœud papillon".

Chaque phénomène dangereux est caractérisé par sa cinétique, par l'intensité de ses effets et par sa probabilité d'occurrence.

La classe de probabilité est déterminée en se référant à l'annexe 1 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

La méthode de quantification de la probabilité retenue dans la présente étude, parmi les méthodes proposées par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005, est la méthode quantitative.

Dans la présente étude, seuls les phénomènes dangereux dont les distances d'effet dépassent les limites de l'établissement (hors effets bris de vitres) font l'objet d'une analyse de risque détaillée.

Les événements redoutés centraux (ERC) associés à des équipements relevant de la réglementation ICPE et engendrant des effets hors du site sont les suivants :

- ▶ ERC 2\_1 Explosion du fermenteur
- ▶ ERC 6\_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention

Il est à noter que la cinétique d'un phénomène dangereux est définie comme étant la « Vitesse d'enchaînement des événements dangereux constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. [...] elle détermine les possibilités de mise à l'abri des personnes exposée ».

L'arrêté du 29/09/05 définit également que « La cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, 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 ». Par conséquent, compte de la nature des scénarios majeurs identifiés (explosion, dispersion toxique), une cinétique rapide est retenue.

## 7.11.2. ERC 2\_1 Explosion du fermenteur

Le nœud papillon correspondant à cet ERC est présenté en annexe 2.

### ► Fréquence de l'événement redouté central

#### Causes

- ▷ Montée en pression par formation du CO<sub>2</sub> due à la fermeture de la vanne de sortie  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à 1.10<sup>-1</sup>/an (DRA 34, INERIS).
  
- ▷ Montée en pression par formation du CO<sub>2</sub> due au bouchage du filtre F421  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à 1.10<sup>-1</sup>/an (DRA 34 INERIS, barrière comprise : nettoyage régulier du filtre).

### ► Mesure de Maîtrise des Risques (MMR)

Les MMR de prévention et de protection agissant sur cet ERC ou ses conséquences sont les suivantes :

Fonction de la MMR	Nature de la MMR	Probabilité de défaillance à la sollicitation
Sécurité de pression très haute PAHH42100 fermant la vanne d'alimentation du fermenteur	Système instrumenté de sécurité	10 <sup>-1</sup> (Source : Table 6.4 LOPA)
Soupape au niveau du fermenteur tarée à 3 bar	Système mécanique	10 <sup>-2</sup> (Source : DRA 34, INERIS)

### ► Description des phénomènes dangereux

Le tableau récapitulatif suivant présente pour chaque phénomène dangereux sa cinétique, sa fréquence d'occurrence ainsi que l'intensité de ses effets.

Repère	Description du phénomène dangereux	Type d'effet	Cinétique	Fréquence du PhD	Intensité des effets		
					Effets irréversibles	Effets létaux	Effets létaux significatifs
S2_1	Explosion du fermenteur	Surpression	Rapide	2.10 <sup>-4</sup> /an (classe C)	73 m	33 m	26 m

### 7.11.3. ERC 6\_4 Epandage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention

Le nœud papillon correspondant à cet ERC est présenté en annexe 2.

#### ► Fréquence de l'événement redouté central

##### Causes

- ▷ Usure matériaux  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à  $5.10^{-7}/\text{an}$  (Purple book, Table 3.3).
  
- ▷ Impact par véhicule routier ou ferroviaire  
Le stockage est éloigné des voies de circulation principale (uniquement du trafic de chariot à proximité) protégé par cuvette de rétention. L'évènement initiateur n'est donc pas retenu.
  
- ▷ Chute de charge (grue)  
Cas non considéré, par application du § 1.1.7/D de la circulaire du 10 mai 2010. En effet, les mesures suivantes seront prises : plan de prévention, délivrance d'un permis de travail et un accueil sécurité lors de la programmation des travaux.  
Par ailleurs, une certification MASE des intervenants est exigée, ainsi qu'une habilitation des grutiers.  
En outre, les travaux se feront également après délivrance d'un plan de levage. Enfin, l'opération sera surveillée attentivement par le personnel de METEX.
  
- ▷ Effets domino thermiques ou de surpression  
La ligne d'alimentation du procédé en ammoniaque est susceptible d'être impactée par les effets domino de surpression de l'explosion du fermenteur ( $2.10^{-4}/\text{an}$ )
  
- ▷ Surremplissage du stockage conduisant à une montée en pression  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à  $1.10^{-2}/\text{an}$  (DRA 34, INERIS, erreur opératoire tenant compte d'une procédure écrite, sans stress particulier : Procédure de dépotage et évaluation du creux par mesure de niveau).
  
- ▷ Défaillance du système de régulation de niveau du laveur lors d'un dépotage conduisant à une montée en pression  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à  $1.10^{-2}/\text{an}$  (Défaillance d'un système de régulation  $10^{-1}$ , et prise en compte d'une décote d'un facteur 10 tenant compte du fait que la défaillance doit avoir lieu pendant l'opération de dépotage (70 fois par an uniquement), les installations étant contrôlées et testées régulièrement).
  
- ▷ Fuite au niveau des piquages / Défaillance de la pompe  
La fréquence d'occurrence de l'évènement initiateur est estimée à  $5.10^{-4}/\text{an}$  (Purple book Table 3.7, prise en compte de 100 m de ligne).

► **Mesure de Maîtrise des Risques (MMR)**

Les MMR de prévention et de protection agissant sur cet ERC ou ses conséquences sont les suivantes :

Fonction de la MMR	Nature de la MMR	Probabilité de défaillance à la sollicitation
Sécurité de niveau haut avec arrêt automatique du dépotage (LSH)	Système instrumenté de sécurité	10 <sup>-1</sup> (Source : Table 6.4 LOPA)
Soupape au niveau de la cuve de stockage tarée à 30 mbar	Système mécanique	10 <sup>-2</sup> (Source : DRA 34, INERIS)

► **Description des phénomènes dangereux**

Le tableau récapitulatif suivant présente pour chaque phénomène dangereux sa cinétique, sa fréquence d'occurrence ainsi que l'intensité de ses effets.

Repère	Description du phénomène dangereux	Type d'effet	Cinétique	Fréquence du PhD	Intensité des effets		
					Effets irréversibles	Effets létaux	Effets létaux significatifs
S6_4	Epanchage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention	Toxique	Rapide	8,1.10 <sup>-4</sup> /an (classe C)	71 m	23 m	22 m

## 7.12. Mesures de maîtrise des risques

Les Mesures de Maîtrise des Risques (ou MMR), de prévention ou de protection, sont présentées dans les nœuds papillons et regroupées dans le tableau en page suivante.

Ce tableau décrit la MMR en précisant succinctement les éléments suivants :

- ▶ Référence de la MMR,
- ▶ Fonction de la MMR,
- ▶ Eléments constituant la MMR,
- ▶ Nœud papillon concerné,
- ▶ Nature de la MMR,
- ▶ Probabilité de défaillance à la sollicitation,
- ▶ Cinétique, correspondant au temps de réponse de la MMR,
- ▶ Tests : nature, fréquence et enregistrement des résultats.

Les mesures de maîtrise des risques contribueront à assurer la sécurité des installations et du procédé sur le site en projet. Les mesures présentées dans ce paragraphe portent sur des événements dont les conséquences sont susceptibles d'avoir des effets à l'extérieur du site. C'est pourquoi, il est important que le maintien dans le temps de leur efficacité soit assuré.

N°	Fonction de la MMR	Eléments constituant la MMR	Nœud papillon concerné	Nature de la MMR	Probabilité de défaillance à la sollicitation	Cinétique	Tests		
							Nature	Fréquence	Enregistrements
1	Sécurité de pression très haute PAHH42100 fermant la vanne d'alimentation du fermenteur	Pression très haute dans le fermenteur	NP S2_1	Système instrumenté de sécurité	10 <sup>-1</sup> (Source : Table LOPA) 6.4	Rapide	Fonctionnelle	Annuelle	Dans système de gestion de la maintenance (GMAO)
2	Soupape au niveau du fermenteur tarée à 3 bar	Soupape	NP S2_1	Système mécanique	10 <sup>-2</sup> (Source : DRA INERIS) 34,	Rapide	Fonctionnelle	Annuelle	Dans système de gestion de la maintenance (GMAO)
3	Sécurité de niveau haut avec arrêt automatique du dépotage (LSH)	Niveau haut sur le bac de stockage	NP S7_1	Système instrumenté de sécurité	10 <sup>-1</sup> (Source : Table LOPA) 6.5	Rapide	Fonctionnelle	Annuelle	Dans système de gestion de la maintenance (GMAO)
4	Soupape au niveau de la cuve de stockage tarée à 30 mbar	Soupape	NP S7_1	Système mécanique	10 <sup>-2</sup> (Source : Table LOPA) 6.4	Rapide	Fonctionnelle	Annuelle	Dans système de gestion de la maintenance (GMAO)

**Tableau 15 : Mesures de maîtrise des risques**

## **8. Positionnement des accidents majeurs de l'installation conformément à l'arrêté du 26/05/14 relatif à la prévention des accidents majeurs**

### **8.1. Evaluation de la gravité**

La démarche d'évaluation de la gravité est effectuée en s'appuyant sur l'annexe III de l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 et sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, intitulée « Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers », tout en ayant une approche majorante.

#### ► les résidents

Les habitations les plus proches sont sur les communes de Carling et de L'Hôpital, respectivement à 100 m au Nord et 100 m au Nord-Est des limites de propriété de la plateforme.

L'ensemble de ces résidences est situé en dehors des zones d'effet des risques liés aux installations.

#### ► les principaux Etablissements Recevant du Public (ERP)

Les Etablissements Recevant du Public (ERP) les plus proches de la zone d'implantation du projet sont situés à plus d'1 km au Nord sur la commune de Carling. Il s'agit d'un stade de football, des terrains de tennis, de la zone d'activités Charles JULLY et du groupe Scolaire Pierre Ernst.

L'ensemble de ces établissements est situé en dehors des zones d'effet des risques liés aux installations.

#### ► le personnel des entreprises voisines

Le projet sera implanté au sein de la plateforme industrielle de Carling-Saint-Avold. Le site sera encadré par :

- ▷ Les installations d'ARKEMA au Sud et à l'Est,
- ▷ Les installations de TPF à l'Ouest et au Nord-Est,
- ▷ Le terrain des anciennes Cokes de Carling.

Les terrains des anciennes Cokes de Carling pourraient être impactés par un incident depuis les installations du site en projet. S'agissant d'un terrain n'abritant plus d'activité, il peut être considéré, conformément à la circulaire du 10 mai 2010, comme : Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés, sont considérés a minima 10 personnes à l'hectare.

La circulaire précise également que « le nombre de personnes exposées doit en tout état de cause être au moins égal à 1, sauf démonstration de l'impossibilité d'accès ou de l'interdiction d'accès ». Or, le terrain des anciennes Cokes est interdit d'accès et dispose des moyens de surveillance (contrôle d'accès, gardiennage) et de protection de la plateforme (enceinte grillagée). Par conséquent, il pourra être considéré que moins d'une personne peut être impactée sur ces terrains.

- ▶ les infrastructures de transport routier, ferroviaire et fluvial

La voie de communication la plus proche est la N33 passant à 100 m à l'Ouest des installations en projet.

Cet axe est situé en dehors des zones d'effet des risques liés aux installations.

Les tracés des distances d'effet des scénarios susceptibles de présenter des distances d'effet au-delà des limites de propriété du site sont présentés en annexe 3.

### **8.1.1. ERC 2\_1 Explosion du fermenteur**

Les effets irréversibles de surpression sortent des limites de propriété au Nord et atteignent le terrain des anciennes Cokes de Carling.

La zone impactée étant inférieure à 1 hectare, le nombre de personne susceptible d'être impactées est donc de moins d'une personne, soit une gravité « Modéré ».

### **8.1.2. ERC 6\_4 Epanchage d'ammoniaque dans la cuvette de rétention**

Les effets irréversibles toxiques sortent des limites de propriété au Nord et atteignent le terrain des anciennes Cokes de Carling.

La zone impactée étant inférieure à 1 hectare, le nombre de personne susceptible d'être impactées est donc de moins d'une personne, soit une gravité « Modéré ».

## 8.2. Tableau récapitulatif des phénomènes majeurs étudiés

Le tableau suivant reprend l'évaluation de la criticité des accidents identifiés dans le cadre de la présente étude par rapport aux critères de gravité définis dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

La gravité retenue pour le positionnement dans la grille correspond à la gravité maximale constatée pour les trois seuils d'effets.

La classe de probabilité retenue suite à l'analyse détaillée des risques est également précisée.

Remarque : les codes couleurs apparaissant dans le tableau correspondent aux codes couleurs liés au placement de l'accident dans la matrice d'acceptabilité à savoir (voir paragraphe suivant) :

- ▶ Vert : acceptable
- ▶ Jaune : intermédiaire ou toléré
- ▶ Rouge : inacceptable

Repère	Description du phénomène dangereux	Type d'effet	Cinétique	Intensité des phénomènes dangereux			Gravité	Indice de probabilité
				Effets irréversibles	Effets létaux	Effets létaux significatifs		
Section 2 : Fermentation								
S2_1	Explosion du fermenteur	Thermiques	Rapide	73 m	33 m	26 m	Modéré	C
Section 6 : Equipements auxiliaires, utilités								
S6_4	Dispersion toxique de NH <sub>3</sub>	Toxique	Rapide	71 m	23 m	22 m	Modéré	C

**Tableau 16 : Tableau récapitulatif des phénomènes majeurs étudiés**

### 8.3. Positionnement des accidents majeurs dans la matrice d'acceptabilité

Les accidents potentiels susceptibles d'affecter les personnes à l'extérieur de l'établissement sont positionnés selon la grille de l'annexe III de l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs.

		Probabilité d'occurrence				
		E	D	C	B	A
Gravité des conséquences sur les personnes exposées	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux					
	Modéré			S2_1 S6_4		

**En vert** : Zone de risque moindre

Le fonctionnement des installations est sécurisé ; Les moyens de maîtrise des risques doivent être maintenus.

**En jaune** : Zone de risque intermédiaire

Le fonctionnement des installations est sécurisé ; Des axes d'amélioration des moyens de maîtrise des risques sont fixés et planifiés, dans des conditions économiquement acceptables.

**En rouge** : Zone de risque élevé

Des améliorations doivent être apportées pour autoriser le fonctionnement de l'installation générant le risque.

### 8.4. Conclusion

A l'issue de l'analyse détaillée des risques et du positionnement dans la grille d'appréciation Probabilité / Gravité des situations accidentelles identifiées sur le site en projet de METEX, le risque est considéré comme « moindre ».

## 9. Organisation et moyens d'intervention

### 9.1. Moyens d'alerte

#### 9.1.1. Organisation générale

Un Plan d'Urgence Interne (PUI) sera mis en place sur le site du projet avant le démarrage des installations. Ce PUI comprendra notamment les informations suivantes :

- ▶ Un schéma d'alerte,
- ▶ Le répertoire téléphonique des personnes à contacter en cas d'incident,
- ▶ La définition de l'organisation des secours,
- ▶ Le recensement des moyens,
- ▶ Les conditions d'intervention des pompiers de la plateforme,
- ▶ Le récapitulatif des formations du personnel,
- ▶ La fréquence, le contenu et le retour d'expérience des exercices.

Des exercices seront planifiés et organisés afin de s'assurer de l'efficacité du plan. La fréquence de ces exercices sera définie dans le PUI.

Les formations prévues pour le personnel seront les suivantes :

- ▶ Formation au procédé / poste de travail,
- ▶ Formation ATEX pour les personnes intervenant dans les zones ATEX,
- ▶ Formation sécurité premier niveau des opérateurs,
- ▶ Formation à la mise en œuvre du PUI,
- ▶ Formation Sauveteur Secouriste du Travail (SST) afin de disposer d'un minimum de deux SST sur site en permanence,
- ▶ Formations obligatoires :CACES, électricité,...

#### 9.1.2. Moyens matériels

Des détecteurs de gaz seront positionnés dans les zones à risque de fuite de gaz ou de liquide inflammable. Le positionnement de ces détecteurs sera réalisé en tenant compte :

- ▶ Des sources de fuite les plus probables,
- ▶ De la possible proximité avec des sources d'ignition,
- ▶ Des vents dominants,
- ▶ De la densité du nuage de gaz en cas de fuite selon le type de gaz.

Ces détecteurs transmettront un signal (sonore, visuel) en salle de contrôle.

Des détecteurs portables seront fournis aux opérateurs notamment vis-à-vis de la problématique de toxicité de certains gaz.

Une détection incendie sera également mise en place dans l'objectif d'indiquer la présence de chaleur, d'un feu, de fumées etc. dans les zones à risque. Ces détecteurs transmettront un signal (sonore, visuel) en salle de contrôle.

Le Plan d'Urgence Interne (PUI) prévoira une sirène interne au site qui sera déclenchée depuis la salle de contrôle.

Par ailleurs, les opérateurs disposeront de Talkie-Walkie pour prévenir la salle de contrôle.

Enfin, un téléphone fixe sera mis en place pour contacter les moyens de secours de la plateforme ainsi que les différents organismes et responsables à prévenir qui seront listés dans le PUI.

## 9.2. Moyens d'intervention

### 9.2.1. Organisation générale

Du personnel sera présent en permanence (24h/24, 7j/7) en salle de contrôle dans laquelle une centralisation des alarmes sera installée.

### 9.2.2. Moyens matériels

#### 9.2.2.1. Moyens d'intervention en cas d'incendie

Le principe de défense incendie retenu pour le dimensionnement des moyens est l'extinction de feux de cuvette (PDO et MIBK) à l'aide de boîtes à mousse installées sur chacune des cuvettes.

Une réserve d'émulseur sera installée à demeure hors de la zone des effets thermiques 5 kW/m<sup>2</sup> afin que l'opérateur puisse actionner la vanne d'alimentation manuellement.

Le système sera alimenté par le réseau de défense incendie HP de la plateforme pressurisé à 12 bars. L'émulseur sera injecté par le biais d'un éjecteur utilisant la pression motrice de l'eau et ne nécessitant pas d'alimentation électrique.

Le tableau ci-dessous détaille les caractéristiques des moyens de défense incendie qui seront mis en place :

<b>Dimensionnement moyens incendie</b>				
	unités	Rétention acide butyrique	rétention distillation PDO	Commentaires
scénario		feu de MIBK	feu de PDO	
miscibilité à l'eau		N	O	
moyen d'application		déversoir à mousse	déversoir à mousse	
taux d'application	l/min/m2	4	4	arrêté du 3/10/2010
surface cuvette	m2	138	88	
Débit	m3/h	33	21	
temps d'extinction	min	20	20	
volume d'eau	m3	11	7	
Type d'émulseur		FILMOPOL 3% LT15	FILMOPOL 3% LT15	émulseur polyvalent
Concentration émulseur	%	3%	3%	
Quantité d'émulseur	m3	0.3	0.2	

Tableau 17 : Dimensionnement des moyens de lutte incendie

Le principe de la gestion d'un feu de cuvette sera le suivant :

- ▶ Détection d'une atmosphère explosive dans la cuvette : Les cuvettes seront munies d'un détecteur d'explosivité dans le puisard collecteur afin d'alarmer l'opérateur d'une situation accidentelle.
- ▶ Déclenchement du système d'extinction réalisé manuellement par l'opérateur en fonction de l'appréciation de la situation.
- ▶ Appel des services de pompiers de la plateforme qui déploieront les moyens mobiles complémentaires nécessaires à la protection des équipements. Il s'agira en fonction de l'amplitude de l'événement :
  - ▷ de canons branchés sur réseau incendie HP usine. Pour ce faire, le service dispose de canons mobiles de capacités unitaires de 3000 à 5000 l/mn d'extinction La portée de ces canons est de 80 mètres.
  - ▷ de camions pompes disposant de réserves d'émulseurs allant jusqu'à 13000 litres.
- ▶ Déviation des eaux de dalle vers le bassin d'incident pour confinement.
- ▶ Appel de la STF, opérée par l'unité eau d'ARKEMA pour isolement des eaux issues de l'extinction du reste des eaux traitées par la STF si nécessaire.

Le détail de l'organisation mise en place sera décrit dans le plan d'urgence interne qui sera élaboré avant la mise en service de l'installation. Une fiche réflexe y sera présentée pour aide à la décision.

Enfin, des extincteurs en nombre suffisant seront positionnés sur l'ensemble du site dans les zones à risques. Le type d'extincteur sera adapté au risque de la zone dans laquelle il sera positionné.

#### 9.2.2.2. Moyens d'intervention en cas de pollution

##### ▶ Cas général de pollution

Les moyens d'intervention en cas de pollution qui pourront être mis en place sont listés dans le tableau ci-dessous :

Signalisation	Cônes de signalisation
	Rubalise
	1 lot de poteaux et chaîne de balisage
Absorbants	Boudins absorbants (petit et grand modèle)
	Sable
	Granulé absorbant
Divers	IBCs
	Bâches

**Tableau 18 : Moyens d'intervention en cas de pollution**

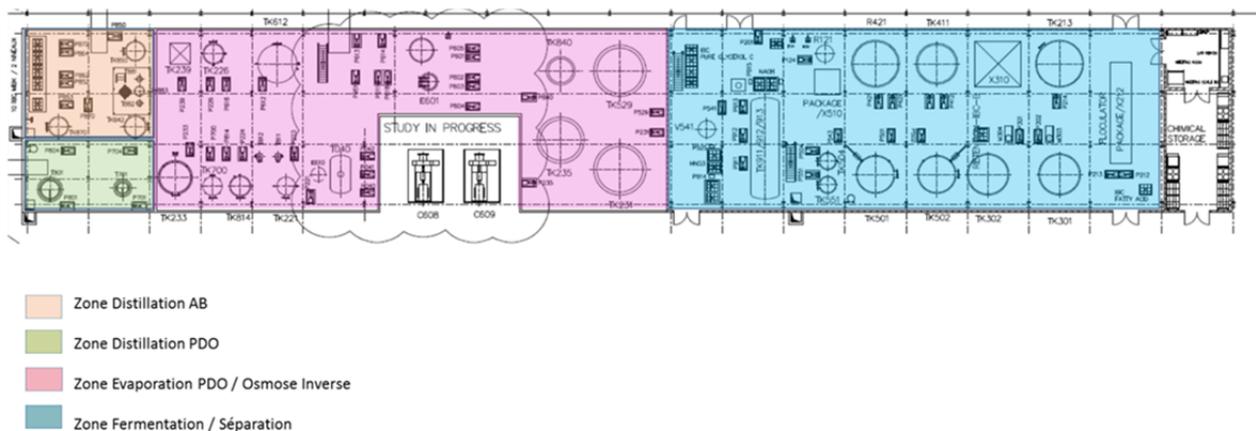
### ► Pollution en cas d'incendie

Au niveau des différentes sections du bâtiment de procédé, l'ensemble des équipements de procédé sera installé sur rétentions dimensionnées de la manière suivante :

- ▷ Pour les sections contenant des liquides non inflammables, le volume total des cuvettes permettra de collecter le volume du plus grand contenant (soit 230 m<sup>3</sup>) ;
- ▷ Pour les sections contenant des liquides inflammables, le volume de la rétention sera de 8 m<sup>3</sup> pour la zone Distillation PDO et 36 m<sup>3</sup> pour la zone Distillation AB (correspondant au volume du plus gros bac ou 50% du volume total auquel a été ajouté le volume des eaux d'extinction).

Le schéma ci-dessous représente les différentes zones considérées :

#### Disposition des différentes sections du bâtiment



**Figure 22 : Définition des sections du bâtiment de production**

Chaque cuvette de rétention sera munie de pentes et caniveaux permettant d'orienter les eaux vers un puisard. Le puisard sera équipé d'un système de relevage permettant d'évacuer son contenu vers la station de traitement des effluents en fonctionnement normal.

En fonctionnement accidentel les eaux seront envoyées manuellement par un opérateur vers le bassin de confinement.

Le volume du bassin a été estimé à 1 540 m<sup>3</sup>.

### 9.2.3. Moyens externes

Une convention sera signée avec les pompiers de la plateforme afin qu'ils puissent intervenir en cas d'incident ou d'accident. Dans tous les cas, la plateforme dispose de moyens d'intervention 24h/24 et 7j/7 largement dimensionnés.

Le service intervention incendie TPF fonctionne en continu et dispose des moyens humains suivants :

- un chef de poste ou un polyvalent,
- 2 pompiers,
- 2 opérateurs chargement intervention.

La cellule de pompiers plateforme sera mobilisée en cas :

- ▶ De feu,
- ▶ D'explosion,
- ▶ D'accident ayant fait des blessés graves,
- ▶ D'incident nécessitant de développer les moyens de la cellule.

Les conditions précises dans lesquelles les pompiers de la plateforme pourront intervenir seront définies précisément dans le PUI.

## **10. Annexe**

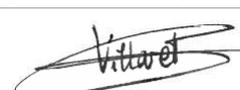
### **10.1. Annexe 1 : Rapport de modélisations**

## Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

### Construction d'une unité de production de 1,3-propanediol (PDO) et d'acide butyrique (AB) Plateforme de Carling – Saint-Avold (57)



## Annexe 1 : Rapport de modélisations

Approuvé par	MARTEAU Yann	Responsable activité MRI Site de Saint-Aubin	27/02/2018	
Vérifié par	VILLARET Elsa	Ingénieur Maîtrise des Risques industriels	27/02/2018	
Rédigé par	MARTEAU Yann	Responsable activité MRI Site de Saint-Aubin	27/02/2018	
	Nom et Prénom	Fonction	Date	Visa

## Historique des évolutions

<b>Indice</b>	<b>Date</b>	<b>Modifications</b> (raisons principales, paragraphes et pages concernés)	<b>Rédacteur / Vérificateur</b>
A	11/2017	Première version	MARTEAU/ VILLARET
B	02/2018	Prise en compte des remarques de la DREAL	MARTEAU/ VILLARET

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>OBJET DU DOCUMENT .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>METHODES ET CODES DE CALCULS .....</b>	<b>6</b>
2.1.	Seuils d'effets .....	6
2.2.	Conditions atmosphériques.....	7
2.3.	Formules et logiciels.....	7
2.3.1.	Feux de nappe .....	9
2.3.2.	Feux de jet .....	9
2.3.3.	Explosion UVCE.....	10
2.3.4.	Rupture de capacité.....	11
2.3.5.	Explosion interne de chambre de combustion d'un four ou d'une chaudière.....	12
2.3.6.	Explosion de poussière.....	13
2.3.7.	Pressurisation lente d'un bac.....	13
2.3.8.	Effets toxiques.....	13
<b>3.</b>	<b>CUVETTE MIBK (METHYL ISOBUTYL KETONE) .....</b>	<b>14</b>
3.1.	Données de calcul.....	14
3.2.	Feu de cuvette.....	14
3.3.	UVCE .....	14
<b>4.</b>	<b>DISPERSION D'AMMONIAC 25%.....</b>	<b>15</b>
4.1.	Données de calcul.....	15
4.2.	Résultats de calcul .....	15
<b>5.</b>	<b>REJET DE GAZ NATUREL.....</b>	<b>17</b>
5.1.	Feu de jet .....	17
5.2.	UVCE .....	17
<b>6.</b>	<b>REJET DE BIOGAZ.....</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>EXPLOSION DE LA CHAUDIERE .....</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>INCENDIE SUITE A LA PERTE DE CONFINEMENT DE PDO .....</b>	<b>20</b>
8.1.	Données de calcul.....	20

8.2.	Feu de cuvette.....	20
<b>9.</b>	<b>EXPLOSION DE CAPACITES .....</b>	<b>21</b>
9.1.	Données de calcul.....	21
9.2.	Calcul d'explosion .....	21
<b>10.</b>	<b>EXPLOSION METHANISEUR.....</b>	<b>22</b>
10.1.	Données de calcul.....	22
10.2.	Choix de l'indice de confinement.....	22
10.3.	Résultats - Volume total = 1 540 m3 .....	24
<b>11.</b>	<b>STOCKAGE DECHETS.....</b>	<b>25</b>
11.1.	Données de calcul.....	25
11.2.	Incendie.....	26
<b>12.</b>	<b>EXPLOSION SILO DE BUTYRATE .....</b>	<b>27</b>
12.1.	Données de calcul.....	27
12.2.	Résultats .....	27
<b>13.</b>	<b>EXPLOSION DU FERMENTEUR.....</b>	<b>28</b>
<b>14.</b>	<b>PRESSURISATION LENTE D'UN BAC .....</b>	<b>29</b>
14.1.	Données d'entrée .....	29
14.2.	Résultats de calcul .....	29
<b>15.</b>	<b>TABLEAU RECAPITULATIF DES SCENARIOS EVALUES .....</b>	<b>30</b>

# 1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document a pour objectif de présenter les résultats de modélisations des phénomènes dangereux identifiés dans l'étude de dangers réalisée dans le cadre du dossier de Demande d'Autorisation Environnement du projet porté par la société Metabolic Explorer.

## 2. METHODES ET CODES DE CALCULS

### 2.1. Seuils d'effets

Les valeurs de référence prises en considération pour le calcul des conséquences des phénomènes dangereux et accidents retenus à l'issue de l'analyse des risques seront celles prescrites par l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005.

Ainsi les distances d'effets recherchées sont les suivantes :

Définition	Seuils			
	Effets thermiques <sup>[1]</sup>	Doses thermiques <sup>[2]</sup>	Effets de surpression	Effets toxiques
Seuil des effets indirects	-	-	20 mbar	Dépend de la toxicité de la substance
Seuil des effets irréversibles ou SEI	3 kW/m <sup>2</sup>	600 ([kW/m <sup>2</sup> ] <sup>4/3</sup> ).s	50 mbar	Dépend de la toxicité de la substance
Seuil des premiers effets létaux ou SPEL	5 kW/m <sup>2</sup>	1000 ([kW/m <sup>2</sup> ] <sup>4/3</sup> ).s	140 mbar	Dépend de la toxicité de la substance
Seuil des effets létaux significatifs ou SELS / seuil des effets domino sur les structures (surpression et thermiques)	8 kW/m <sup>2</sup>	1800 ([kW/m <sup>2</sup> ] <sup>4/3</sup> ).s	200 mbar	Dépend de la toxicité de la substance

[1] Les seuils d'effets thermiques sont évalués en termes de flux pour une durée d'exposition de 2 à 30 minutes.

[2] Pour des phénomènes de durée inférieure à 2 minutes (les BLEVE, par exemple), les seuils sont définis en dose thermique. Sauf cas particulier, les structures sont supposées résister à des effets thermiques de durée inférieure à 2 minutes.

## 2.2. Conditions atmosphériques

Les conditions atmosphériques retenues pour le calcul des effets sont définies dans la circulaire du 10 mai 2010. Dans le cas où le rejet est horizontal, au niveau du sol, et concerne un produit de masse volumique supérieure à celle de l'air, il s'agit de la condition 3F, représentative des conditions nocturnes, et de la condition 5D, représentative des conditions diurnes.

Paramètre	Cas « 3 F »	Cas « 5D »
Vitesse du vent	3 m/s	5 m/s
Classe de stabilité	F	D
Température ambiante	15°C	20°C
Humidité relative	70%	70%
Rayonnement thermique solaire	0 kW/m <sup>2</sup>	0,5 kW/m <sup>2</sup>
Paramètre de rugosité	0,17	0,17

Dans le cas de rejets en hauteur, de rejets verticaux ou de rejets de gaz légers, les conditions ci-après sont à prendre en compte.

Stabilité atmosphérique	Vitesses du vent considérées (m/s)
A	3
B	3 et 5
C	5 et 10
D	5 et 10
E	3
F	3

## 2.3. Formules et logiciels

Pour réaliser les calculs, divers outils sont utilisés :

- ▶ Les feuilles de calculs issues de circulaires et validées par l'Administration française,
- ▶ Les feuilles de calcul développées en interne et validées par comparaison avec des résultats d'essais ou d'autres logiciels similaires,
- ▶ Le logiciel PHAST<sup>®</sup>.

Le logiciel PHAST<sup>®</sup> (Process Hazard Analysis Software Tools) version 6.7 est développé par DNV TECHNICA.

PHAST<sup>®</sup> est un logiciel complet permettant de simuler l'ensemble des phénomènes consécutifs à un relâchement de produit : débit de fuite, formation de gouttelettes de liquide, retombées éventuelles de ces gouttelettes sur le sol, flash, évaporation.

Il calcule également les effets de phénomènes dangereux, comme la dispersion d'un produit inflammable ou toxique, le feu torche (jet fire), le feu de nappe (pool fire), l'explosion, le BLEVE.

Ainsi, les outils suivants sont utilisés pour la modélisation des scénarios d'accidents dans le cadre du projet :

Phénomène dangereux	Méthode de calcul utilisée
Feu de nappe	Feuille de calcul GTDLI (outil ministère)
Feu de jet	Logiciel Phast®
UVCE	Logiciel Phast®
Rupture de capacité	Feuille de calcul
Explosion interne de chambre de combustion d'un four ou d'une chaudière	Feuille de calcul
Dispersion toxique	Logiciel Phast®

### 2.3.1. Feux de nappe

Les effets thermiques des feux de nappe consécutifs à une fuite de liquides inflammables sont modélisés à l'aide des formules proposées par le Groupe de Travail Dépôts de Liquides Inflammables (GTDLI) dans le document intitulé « Modélisation des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides ».

Ces formules ont été officialisées dans la circulaire du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables – Compléments à l'IT (Instruction Technique) du 9 novembre 1989, aujourd'hui abrogée et dont le contenu est repris dans la circulaire du 10 mai 2010 (§1.2.8).

Les phénomènes dangereux modélisés sont les suivants :

- ▶ Feu de nappe ou feu de cuvette : produits type hydrocarbure ou alcool ;
- ▶ Explosion interne d'un réservoir atmosphérique ;
- ▶ Boil Over.

Les résultats sont donnés par rapport au bord correspondant à la largeur de la cuvette (noté I dans le tableau de résultats) et par rapport au bord correspondant à la longueur de la cuvette (noté L dans le tableau de résultats).

Deux types de produits peuvent être pris en compte dans le modèle, les hydrocarbures et l'éthanol.

D'autres outils reconnus par le Ministère sont disponibles pour l'évaluation des conséquences des phénomènes dangereux, basés sur les études de l'INERIS (Boil Over, toxicité...) ou de l'UFIP (BLEVE).

### 2.3.2. Feux de jet

La modélisation des effets thermiques liés à l'apparition d'un jet enflammé est réalisée à l'aide du logiciel Phast® version 6.7. Selon le type de rejet (horizontal/vertical/45°, monophasique/diphase, liquide/gaz,...), la corrélation la plus adaptée est utilisée et les valeurs des longueurs de flamme et des pouvoirs émissifs sont comparées aux ordres de grandeurs couramment obtenus.

Les modèles de feu de jet disponibles dans Phast® sont les suivants :

- ▶ Modèle API : applicable pour les rejets dont la fraction liquide est inférieure à 0,1 ;
- ▶ Modèle de Cook-Chamberlain : applicable dans le cas des rejets diphases ;
- ▶ Modèle de SHELL-Johnson : applicable dans le cas des rejets monophasiques gazeux et horizontaux.

Le pouvoir émissif des feux de jet est en général de l'ordre de 100 à 300 kW/m<sup>2</sup> et au maximum de 400 kW/m<sup>2</sup>. Il est rare que le pouvoir émissif des feux de jet descende au-dessous de 30 kW/m<sup>2</sup>. En fonction de la nature du rejet et du modèle initialement employé dans Phast®, il convient d'appliquer un autre modèle de calcul si le pouvoir émissif calculé par Phast® (dépendant du produit et des caractéristiques de rejets) est jugé trop faible.

Lors d'un rejet d'une durée inférieure à 2 minutes (considéré comme un rejet court), les effets thermiques sont calculés à l'aide la méthode de la dose thermique. Cette méthode permet de calculer le flux thermique équivalent à la charge thermique reçue sur la durée du rejet.

Si le rejet est très court (10 à 20 secondes), il se formera une boule de feu, prenant en compte la quantité maximale de produit relâché, et non un feu de jet.

### 2.3.3. Explosion UVCE

Un UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) est une explosion de gaz à l'air libre produisant :

- ▶ des effets de pression produits par l'effet piston du front de flamme ;
- ▶ des effets thermiques dus au passage du front de flamme.

#### Choix du produit

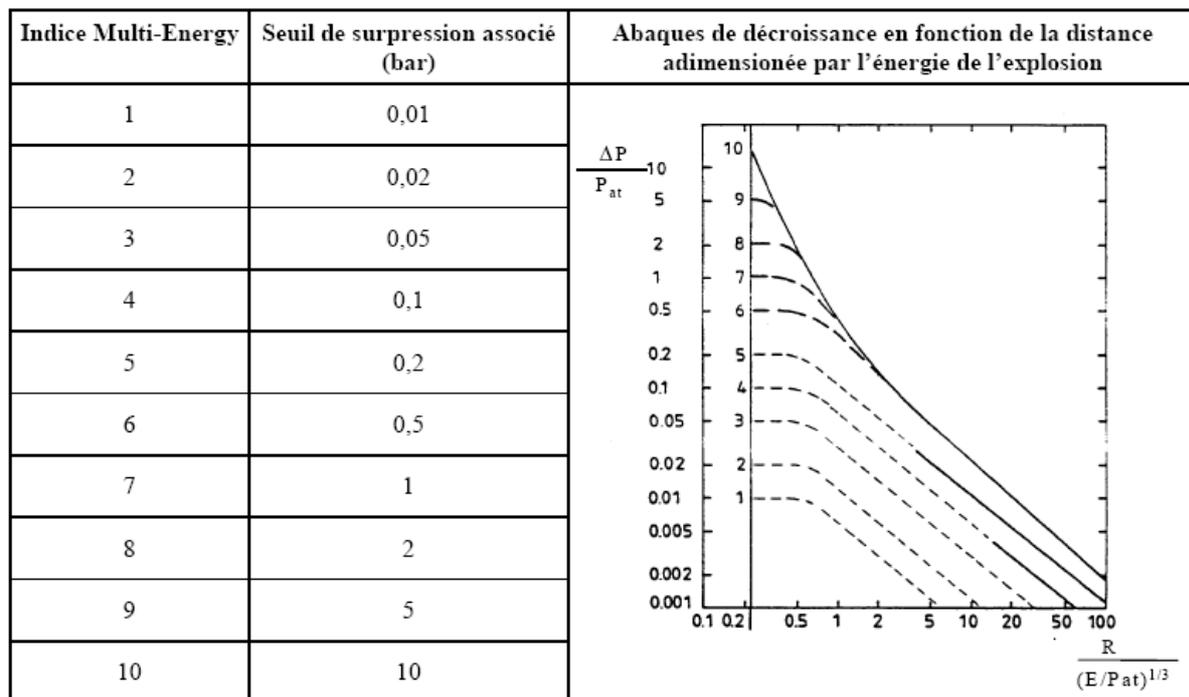
Les effets de surpression des UVCE consécutifs à une fuite de gaz inflammable sont modélisés à l'aide du logiciel PHAST® version 6.7 en utilisant la méthode Multi-Energies.

#### Détermination du point de fuite

Le terme source est considéré au niveau des zones de fuite possibles.

#### Effets de surpression

Les effets de surpressions sont calculés à partir de la méthode Multi-Energies (TNO – The Netherlands Organization of Applied Scientific Research). L'énergie d'explosion est calculée en fonction du volume de gaz inflammable ; l'indice de violence de l'explosion est sélectionné selon l'encombrement des zones dans lesquelles le nuage se disperse.



Dans cette étude, la démarche retenue pour le calcul des effets de surpression permet d'obtenir des résultants majorants et de se dédouaner des considérations géométriques parfois complexes (zones encombrées recouvertes indépendantes ou non ; dispersion d'une partie du nuage en champ libre). Cette démarche est la suivante :

- ▷ lorsque le nuage inflammable est rejeté en champ libre :
  - ➔ le centre d'explosion est considéré à la demi-LIE,
  - ➔ les effets de surpression sont calculés en considérant une explosion de la totalité de la masse inflammable du nuage avec une force d'explosion 4.

- ▷ lorsque le nuage inflammable est contenu dans une zone encombrée :
  - ➔ le centre d'explosion est considéré au centre de la zone encombrée recouverte,
  - ➔ les effets de surpression sont calculés en considérant une explosion de la totalité de la masse inflammable du nuage avec une force d'explosion dépendante de l'encombrement de la zone.
  
- ▷ lorsque le nuage inflammable recouvre partiellement ou totalement, une ou plusieurs zones encombrées proches :
  - ➔ le centre d'explosion est considéré à la ½ LIE lorsque le nuage est stationnaire ou au centre du nuage présentant la masse maximale lorsque le nuage a une durée de vie courte,
  - ➔ les effets de surpression sont calculés en considérant une explosion de la totalité de la masse inflammable du nuage avec la force d'explosion maximale des zones recouvertes.

### Effets thermiques

Conformément à la fiche n°3 de la circulaire du 10 mai 2010 (§1.1.3), les distances d'effets thermiques considérées sont :

- ▷ Distance au seuil des effets létaux significatifs = distance à la LII,
- ▷ Distance au seuil des premiers effets létaux = distance à la LII,
- ▷ Distance à l'effet irréversible = 1,1 x distance à la LII (formule forfaitaire).

### **2.3.4. Rupture de capacité**

Les effets d'une rupture de capacité se manifestent par des :

- ▶ Effets de pression dus à la propagation de l'onde de surpression,
- ▶ Effets missiles dus à la projection de fragments. La projection de fragments n'est pas calculée (circulaire du 10 mai 2010 (§1.2.2 Traitement spécifique des effets de projection)).

### Calcul de l'énergie d'éclatement

L'énergie d'éclatement E d'une détente isentropique est donnée par la relation :

$$E = \frac{pV}{\gamma - 1} \left[ 1 - \left( \frac{P_{\infty}}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]$$

Avec :

$P_{\infty}$  : Pression atmosphérique (105 Pa)

$P$  : Pression de rupture absolue (Pa)

$V$  : Volume de la capacité (m<sup>3</sup>)

$\gamma$  : rapport des chaleurs massiques du gaz

### Effets de surpression

L'énergie du souffle de l'explosion  $E_{\text{souffle}}$  représente environ 80% de l'énergie totale disponible en cas de rupture fragile et environ 40% de l'énergie totale disponible en cas de rupture ductile (la structure de l'appareil absorbe de l'énergie en s'étirant lors de l'éclatement).

La masse équivalent TNT est déterminée à partir de l'énergie du souffle de l'explosion  $E_{\text{souffle}}$ .

$$M_{TNT} = \frac{E_{\text{souffle}}}{4,69.10^6}$$

Ces paramètres ainsi que les distances d'effets de surpression relatives aux seuils définis par l'arrêté du 29 septembre 2005 sont calculées à l'aide de l'abaque TNT :

Seuils de surpression	Formule
Distance effets irréversibles indirects SEI (m)	$44*(MTNT)^{1/3}$
Distance effets irréversibles SEI (m)	$22*(MTNT)^{1/3}$
Distance premiers effets létaux SPEL 1% (m)	$10*(MTNT)^{1/3}$
Distance effets létaux significatifs SELS (m)	$7,8*(MTNT)^{1/3}$
300 mbar	$6*(MTNT)^{1/3}$

### 2.3.5. Explosion interne de chambre de combustion d'un four ou d'une chaudière

Les effets d'une explosion interne de chambre de combustion se manifestent par des :

- ▶ Effets de pression dus à la propagation de l'onde de surpression,
- ▶ Effets missiles dus à la projection de fragments. La projection de fragments n'est pas calculée (circulaire du 10 mai 2010 (§1.2.2 Traitement spécifique des effets de projection)).

#### Quantité de gaz considéré

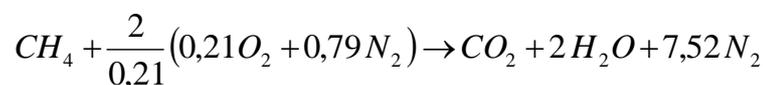
La masse de gaz est calculée selon la formule suivante :

$$m_{\text{gaz}} = V_{\text{total chambre combustion}} \times \%_{\text{gaz dans la chambre}} \times \rho_{\text{gaz}}$$

Le pourcentage de gaz à la stœchiométrie dans la chambre de combustion est obtenu par écriture de la réaction de combustion du gaz inflammable dans l'air.

La masse volumique du gaz inflammable utilisée dans le calcul est généralement celle à pression atmosphérique et température ambiante (conditions de pression et température au démarrage).

La réaction de combustion du méthane dans l'air est :



Pour une mole de méthane, il faut donc 9,52 moles d'air pour se situer à la stœchiométrie.

La masse de gaz est calculée selon la formule suivante :

A pression atmosphérique et température ambiante la masse volumique de méthane est de  $0,66 \text{ kg/m}^3$ .

$$m_{\text{gaz}} = V_{\text{total chambre combustion}} \times \%_{\text{gaz dans la chambre}} \times \rho_{\text{gaz}}$$

### Effets de surpressions

A l'aide du logiciel PHAST®, les conséquences de l'explosion du gaz suivant la méthode multi-énergies avec confinement de niveau 5 sont évaluées. En effet, les fours ou les chaudières sont supposées s'éventrer rapidement lorsque l'explosion interne survient (résistance mécanique insuffisante).

#### **2.3.6. Explosion de poussière**

La méthodologie de calcul est issue « Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables » (version 3 datant de 2008) publié par le Ministère de l'Ecologie.

La détermination de l'énergie de l'explosion de poussières s'effectue à partir de l'équation de Brode simplifiée (en Joules) :

$$E = 3 * V * (p_{ex} - p_{atm})$$

- V = Volume du stockage,
- $p_{ex} - p_{atm}$  = Pression relative de l'explosion

Sans tenir compte d'un événement correctement dimensionné,  $p_{ex} - p_{atm} = 2 \times$  Pression de rupture

Une fois connue l'énergie E mise en jeu, les effets de surpression sont évalués à l'aide des relations indiquées dans le tableau ci-dessous :

Seuil des effets de pression	Distance d'effets
300 mbar	$0,028E^{1/3}$
200 mbar	$0,032E^{1/3}$
140 mbar	$0,05E^{1/3}$
50 mbar	$0,028E^{1/3}$
20 mbar	2 fois la distance 50 mbar

#### **2.3.7. Pressurisation lente d'un bac**

Les calculs des effets thermiques associés à la génération d'une boule de feu sont réalisés à partir de la méthodologie détaillée dans la note de diffusion BRTICP/2008-638/OA du 23/12/08 relative à la modélisation des effets liés au phénomène de pressurisation de bac atmosphérique à toit fixe de liquides inflammables, reprise par la circulaire du 10 mai 2010.

#### **2.3.8. Effets toxiques**

Les effets toxiques sont évalués à partir du logiciel Phast®. La durée de fuite est estimée pour un rejet de 60 minutes.

Le modèle Unified Dispersion Model (UDM) permet d'évaluer la dispersion de différents types de gaz (légers, neutres ou lourds). Il s'agit d'un modèle intégral-gaussien.

## 3. CUVETTE MIBK (METHYL ISOBUTYL KETONE)

### 3.1. Données de calcul

Le MIBK est supposé se répandre dans une cuvette de rétention occupant une surface au sol de 10,8 x 12,7 m et d'une profondeur de 20 cm. La flaque ainsi formée s'évapore.

Le point d'éclair du MIBK (13°C) est inférieure à la température ambiante. En présence d'une source d'inflammation, deux phénomènes dangereux sont à envisager :

- Feu de nappe,
- Unconfined Vapour Cloud Explosion (UVCE).

### 3.2. Feu de cuvette

Le taux de combustion du MIBK, calculé à l'aide du logiciel PHAST<sup>®</sup> vaut 53 g/m<sup>2</sup>/s. Il est donc possible d'utiliser directement la feuille de calcul élaborée par le GTDLI (Groupe de Travail sur les Dépôts de Liquides Inflammables) qui considère un taux de combustion de 55 g/m<sup>2</sup>/s, proche de celui du MIBK.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Longueur de flamme	13 m
Angle de la flamme par rapport à la verticale	50°
Distance au seuil des effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	30 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	25 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	20 m

Les distances sont données par rapport au bord de la cuvette.

### 3.3. UVCE

La masse explosible atteint au maximum 20 g en conditions 3F. Cette masse est insuffisante pour engendrer des effets de surpression conséquents.

Les effets thermiques de l'UVCE seraient circonscrits dans un rayon d'un peu plus d'un mètre autour de la rétention.

## 4. DISPERSION D'AMMONIAC 25%

### 4.1. Données de calcul

La solution ammoniacale à 25% est supposée se répandre dans une rétention de surface 11 x 6 m<sup>2</sup>, ce qui correspond à un rayon équivalent de 4,6 m.

Pour ce type de solution, la tension de vapeur de l'ammoniac atteint 46 980 Pa à 20°C. La dispersion toxique d'ammoniac est donc à envisager.

S'agissant d'un rejet de gaz léger en direction verticale, toutes les conditions atmosphériques mentionnées dans la circulaire du 10 mai 2010 sont prises en compte.

Les seuils d'effets de l'ammoniac sur une durée d'exposition d'une heure sont les suivants :

Seuil	Concentration
Seuil des effets irréversibles (SEI)	354 ppm
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	3 400 ppm
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	3 633 ppm

### 4.2. Résultats de calcul

Le taux d'évaporation de l'ammoniac est calculé à l'aide de la relation établie par Clancey<sup>1</sup> :

$$\dot{m}'' = 2.10^{-3} (u_w)^{0,78} r^{-0,11} \frac{M}{RT} \ln \left[ 1 + \frac{p_w}{p_t - p_w} \right]$$

avec :

$\dot{m}''$  : débit d'évaporation par unité de surface (kg/m<sup>2</sup>/s)

$u_w$  : vitesse du vent (m/s)

$r$  : rayon de la nappe (m)

$M$  : masse molaire du produit (kg/mol)

$R$  : constante universelle des gaz parfaits (J/mol/K)

$T$  : température de la nappe (K)

$p_w$  : tension de vapeur du produit (Pa)

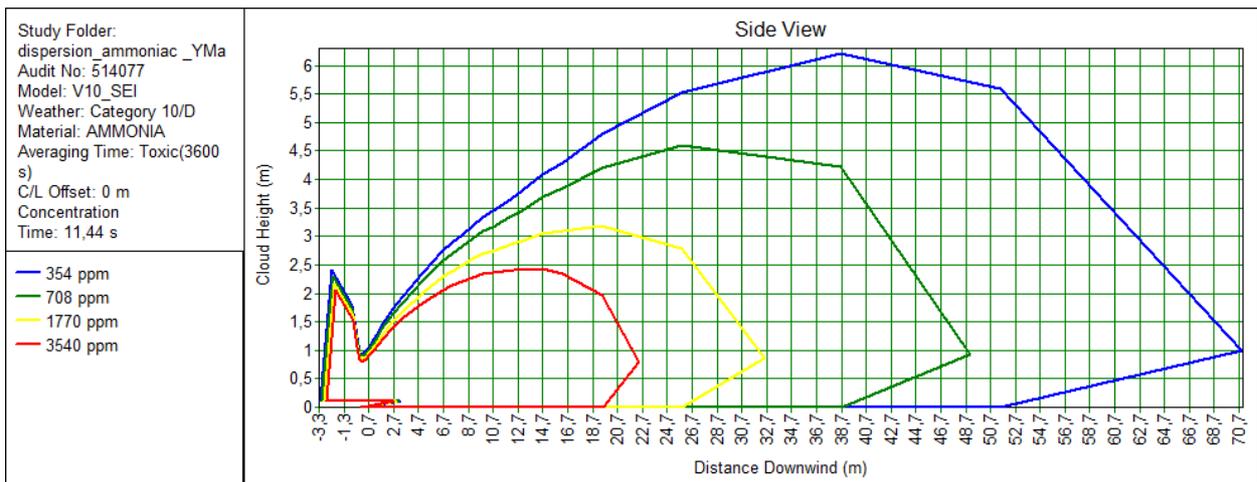
$p_t$  : pression atmosphérique (101 325 Pa)

<sup>1</sup> V.J. Clancey - The evaporation and dispersion of flammable liquid spillages – Chemical Process Hazards Conference, Manchester (1974)

Les débits d'évaporation et les distances d'effets calculées à hauteur d'homme sont récapitulés dans le tableau ci-dessous en fonction des conditions de stabilité atmosphérique :

Condition	3A	3B	5B	5C	10C	5D	10D	3E	3F
Débit d'évaporation (kg/s)	0,118	0,118	0,172	0,172	0,296	0,172	0,296	0,118	0,118
Distance SEI (m)	25	34	35	39	51	66	71	46	12
Distance SPEL (m)	8	11	12	15	19	19	23	13	8
Distance SELS (m)	7	8	12	15	18	18	22	12	8

Les coupes des nuages en conditions 10D (distances d'effets maximales) sont reportées sur le graphique ci-dessous.



## 5. REJET DE GAZ NATUREL

Il est supposé la rupture franche d'une canalisation de gaz naturel de diamètre 80 mm. Le débit maximal de gaz vaut 1 000 Nm<sup>3</sup>/h soit 0,2 kg/s.

En présence d'une source d'inflammation, deux phénomènes dangereux sont à envisager :

- Feu de jet,
- Unconfined Vapour Cloud Explosion (UVCE).

Il est fait l'hypothèse que le rejet se produit en direction horizontale à 1 m du sol.

### 5.1. Feu de jet

Afin d'obtenir un pouvoir émissif de flamme représentatif, le modèle API est retenu. S'agissant d'un rejet horizontal sous pression, seules les conditions 3F et 5D sont prises en compte.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	3F	5D
Longueur de flamme	8 m	8 m
Pouvoir émissif de la flamme	192 kW/m <sup>2</sup>	192 kW/m <sup>2</sup>
Distance au seuil des effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	10 m	10 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	8,5 m	8,5 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	8,3 m	8,3 m

### 5.2. UVCE

La masse explosible maximale (en conditions 3F) est de 60 g. Cette masse est insuffisante pour engendrer des effets de surpression conséquents.

Les distances d'effet thermique associées à l'UVCE sont les suivantes :

	3F	5D
Distance au seuil des effets irréversibles (1,1 x LIE)	4,8 m	3,9 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	4,4 m	3,5 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	4,4 m	3,5 m

## 6. REJET DE BIOGAZ

Le débit maximal de biogaz (100 Nm<sup>3</sup>/h) est trop faible pour que des distances d'effets significatives soient générées en cas rupture franche sur une canalisation en DN25 (la longueur de flamme serait de moins de 2 m et la distance à la LIE d'environ 1,3 m).

Concernant la présence d'H<sub>2</sub>S dans le biogaz (jusqu'à 5000 ppm), la concentration correspondante au seuil des effets irréversibles serait atteinte uniquement dans un rayon de 2 m autour de la fuite.

## 7. EXPLOSION DE LA CHAUDIERE

Compte tenu du volume du foyer de 3 m<sup>3</sup>, la masse de méthane contenue dans la chambre de combustion lors de l'explosion est donc de 0,2 kg (voir §1.3.3).

### Effets de surpressions

A l'aide du logiciel PHAST®, les conséquences de l'explosion du gaz suivant la méthode multi-énergies avec confinement de niveau 5 sont évaluées (voir §1.3.4) . En effet, les fours ou les chaudières sont supposées s'éventrer rapidement lorsque l'explosion interne survient (résistance mécanique insuffisante).

Seuils d'effets	Distances
Distances « Bris de vitre » - 20 mbar	22 m
Distance SEI (m) – 50 mbar	11 m
Distance SPEL (m) – 140 mbar	4 m
Distance SELS (m) – 200 mbar	3 m

## 8. INCENDIE SUITE A LA PERTE DE CONFINEMENT DE PDO

### 8.1. Données de calcul

Le PDO est supposé se répandre dans la cuvette de rétention associée à la colonne T701, occupant une surface au sol de 10 x 7 m. La flaque ainsi formée s'évapore.

Le point d'éclair du PDO (97°C) est inférieure à la température dans la colonne (142°C). De manière très pénalisante malgré le refroidissement faisant suite à la perte de confinement, il est considéré la possibilité d'une inflammation de la nappe.

### 8.2. Feu de cuvette

Le taux de combustion du PDO, calculé à l'aide du logiciel PHAST<sup>®</sup> vaut 18 g/m<sup>2</sup>/s. Il est donc possible d'utiliser directement la feuille de calcul élaborée par le GTDLI (Groupe de Travail sur les Dépôts de Liquides Inflammables) en assimilant le PDO à de l'éthanol (propriété de combustion similaire).

Les résultats obtenus sont les suivants :

Longueur de flamme	6 m
Angle de la flamme par rapport à la verticale	58°
Distance au seuil des effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	20 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	15 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	10 m

Les distances sont données par rapport au bord de la cuvette.

## 9. EXPLOSION DE CAPACITES

### 9.1. Données de calcul

Les données prises en compte pour chaque capacité sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Capacité	Hauteur	Diamètre
Colonne sous vide T801	20,2 m	1,5 m
Colonne sous vide T851	12,3 m	0,5 m
Colonne sous vide T861	15,3 m	0,6 m
Bac MIBK	6 m	2 m
Scrubber Général	3,5 m de long	2 m

### 9.2. Calcul d'explosion

Les distances d'explosion interne sont données à partir du modèle du GTDLI applicable pour les bacs atmosphériques. Pour les bacs atmosphériques dont le rapport H/D est supérieur à 1, le GTDLI considère que la rupture se produit à 1 bar (rel).

Dans le cas des colonnes qui sont utilisées sous vide, ces capacités tiennent à 0,5 bar (rel) étant donné que leur disque de rupture est taré à 0,5 bar (rel). Pour une capacité en acier, on considère que l'explosion se produit à  $2,5 \times$  Pression de calcul, soit  $2,5 \times 0,5 = 1,25$  bar (rel).

Par conséquent, la pression de rupture des colonnes est proche de celle des bacs atmosphériques, selon les critères du GTDLI. Les ordres de grandeur de distances d'effets fournis par cette méthode sont donc respectés.

Seuils d'effets	T801	T851	T861	Bac MIBK	Scrubber général
Distances « Bris de vitre » - 20 mbar	50 m	20 m	30 m	40 m	30 m
Distance SEI (m) – 50 mbar	25 m	10 m	15 m	20 m	15 m
Distance SPEL (m) – 140 mbar	10 m	5 m	5 m	10 m	10 m
Distance SELS (m) – 200 mbar	10 m	5 m	5 m	10 m	10 m

## 10. EXPLOSION METHANISEUR

### 10.1. Données de calcul

Les caractéristiques de la cuve de méthanisation sont les suivantes :

Caractéristique	Valeur
Mélange	CH <sub>4</sub> (80%) – CO <sub>2</sub> (20%)
Matériau	Béton ou acier, toiture acier
Hauteur	10 m
Diamètre	14 m
Volume	1540 m <sup>3</sup>
Volume de biogaz à 40 mbar	50 m <sup>3</sup>
Surpression interne maximale	100 mbar*

\*Valeur issue des retours d'expérience sur d'autres sites de méthanisation.

La cuve est supposée vide de matière et remplie d'un mélange stœchiométrique biogaz / air. Ceci conduit à majorer les effets de surpression dus à l'explosion.

La réaction de combustion du biogaz dans l'air dans les conditions stœchiométriques est la suivante :



### 10.2. Choix de l'indice de confinement

La valeur de surpression interne maximale étant de 100 mbar (voir chapitre 3), l'indice de confinement retenu est 4.

Ce choix est cohérent avec les recommandations de la référence [DR01], résumées dans le tableau ci-dessous.

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

En effet, les énergies d'inflammation accidentelles sont en général faibles (en tout état de cause insuffisantes pour engendrer directement une détonation). Le degré d'encombrement à l'intérieur de la cuve est faible (peu d'obstacles) mais le confinement (parois et toit de la cuve) est existant. L'indice multi-énergies est donc compris entre 3 et 5 selon le tableau ci-dessus. La valeur intermédiaire de 4 peut être retenue.

### 10.3. Résultats - Volume total = 1 540 m3

Le calcul des effets de l'explosion est réalisé à l'aide du logiciel Phast®. Les résultats du calcul sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Masse de biogaz	164 kg
Distance à 20 mbar	98 m
Distance à 50 mbar	49 m
Distance à 140 mbar	Non atteint
Distance à 200 mbar	Non atteint

La distance à 20 mbar est prise égale à 2 fois la distance à 50 mbar conformément aux indications figurant dans la référence [DA01].

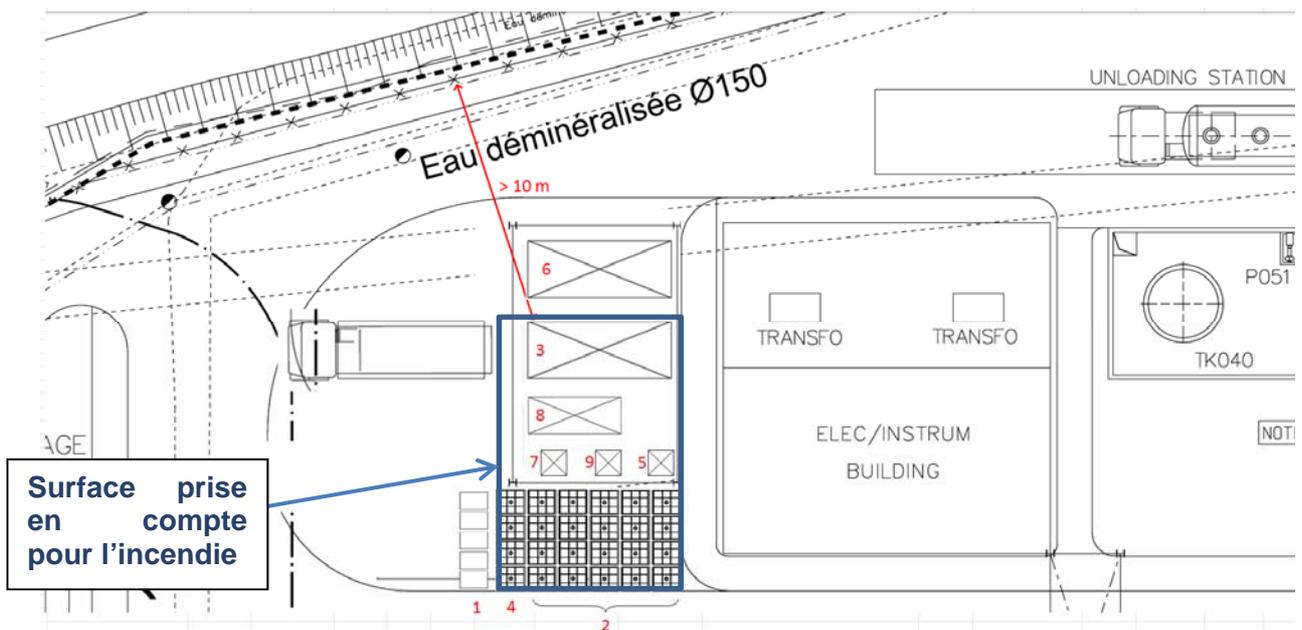
# 11. STOCKAGE DECHETS

## 11.1. Données de calcul

La zone de stockage déchets solides comprend :

Référence	Type déchet	Quantité	PCI (MJ/kg)
1	Des palettes	533 kg	14
8	Des cartons et emballages	1000 kg	
2	Des IBC ou futs plastiques usagés	2404 kg	38,6
3	Des sacs ou big bag usagés	2131 kg	
4	Des résines échanges d'ions usagés	4000 kg	17
5	Des Déchets industriels spéciaux divers	1000 kg	37
6	Des métaux	5000 kg	/
9	Electronique	100 kg	/
7	Du polystyrène et des plastiques	200 kg	27
<b>PCI moyen</b>			<b>18,8</b>

La répartition des stockages sur la zone est la suivante :



Tenant compte de ces données, la modélisation a été réalisé en tenant compte d'un PCI moyen de 18,8 MJ/kg. La formule utilisé pour le calcul de la hauteur de flamme est la corrélation de Thomas.

## 11.2. Incendie

Les résultats obtenus sont les suivants :

Paramètres	Face à la largeur (côté limite de terrain)	Face à la longueur
Hauteur de flamme	7 m	
Distance au seuil des effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	8,5 m	10 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	6 m	7 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	4 m	4,5 m

Les distances sont données par rapport au bord de la zone de stockage délimitée sur le plan en page précédente n'intégrant pas la benne réservée pour les métaux non inflammable.

Un calcul spécifique pour la benne des sacs ou big bag usagés (correspondant au stockage n°3 sur le plan), dont les dimensions sont 6,5 x 2,5 m et tenant compte d'un PCI de 38,6 MJ.kg donne les résultats suivants :

Paramètres	Face à la longueur (côté limite de terrain)	Face à la largeur
Hauteur de flamme	3,5 m	
Distance au seuil des effets irréversibles (3 kW/m <sup>2</sup> )	7,5 m	5 m
Distance au seuil des premiers effets létaux (5 kW/m <sup>2</sup> )	5,5 m	3,5 m
Distance au seuil des effets létaux significatifs – Effets domino (8 kW/m <sup>2</sup> )	4 m	2,5 m

Les distances sont données par rapport au bord de la benne.

## 12. EXPLOSION SILO DE BUTYRATE

### 12.1. Données de calcul

Les caractéristiques du silo sont les suivantes :

Caractéristique	Valeur
Hauteur	10 m
Diamètre	3 m
Volume	60 m <sup>3</sup>
Pression de rupture	1 bar

### 12.2. Résultats

La méthodologie de calcul est précisé au chapitre 1. Les résultats du calcul sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Seuils d'effets	Distances d'effets
Distance à 20 mbar	72 m
Distance à 50 mbar	36 m
Distance à 140 mbar	17 m
Distance à 200 mbar	11 m
Distance à 200 mbar	9 m

La distance à 20 mbar est prise égale à 2 fois la distance à 50 mbar conformément aux indications figurant dans la référence [DA01].

## 13. EXPLOSION DU FERMENTEUR

En tenant compte d'une pression de rupture de 8,5 bar absolu (2,5 x la pression de calcul qui est de 3 bar relatif), l'énergie disponible correspondant au travail des forces de pression est calculée selon la formule suivante :

$$W_g = \frac{p_o V_g}{(\gamma - 1)} \left[ 1 - \left( \frac{p_e}{p_o} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right]$$

Avec  $\gamma = 1,30$  (rapport des chaleurs massique du gaz)

Dans la relation ci-dessus,  $p_e$  désigne la pression atmosphérique (101 325 Pa),  $p_o$  la pression lors de l'éclatement (750 000 Pa) et  $V_g$  le volume du fermenteur.

Il est fait l'hypothèse que l'énergie de l'onde de souffle correspond à 80% du travail des forces de pression (rupture fragile).

L'onde de surpression générée par l'éclatement conduit aux distances d'effets suivantes :

Volume du fermenteur	217 m <sup>3</sup>
Energie disponible	200,7 MJ
Masse équivalent TNT (énergie mécanique de 4,69 MJ/kg)	35,9 kg
Distance à 20 mbar	146 m
Distance à 50 mbar	73 m
Distance à 140 mbar	33 m
Distance à 200 mbar	26 m
Distance à 300 mbar	20 m

La distance à 20 mbar est prise égale à 2 fois la distance à 50 mbar.

## 14. PRESSURISATION LENTE D'UN BAC

Un incendie dans une rétention du fait d'une fuite de produit est susceptible de conduire à la pressurisation lente d'un réservoir de PDO ou de MIBK.

### 14.1. Données d'entrée

Paramètre	Bac MIBK	Bac PDO
Hauteur du réservoir	6 m	7,65 m
Diamètre du réservoir	2 m	4,5 m
Température d'ébullition**	352 K	351 K
Chaleur spécifique**	2,14E+03 J/(kg.K)	2,5E+03 J/(kg.K)
Chaleur de vaporisation**	4,41E+05 J/kg	8,55E+05 J/kg
Densité liquide à 288K**	808 kg/m <sup>3</sup>	794 kg/m <sup>3</sup>
Densité gazeuse à 300 K**	2,93 kg/m <sup>3</sup>	1,87 kg/m <sup>3</sup>
Pression de rupture*	1 barg	

\* pour les bacs dont le rapport H/D est supérieur à 1, le GTDLI recommande de retenir une valeur de 1 barg

\*\* pour les calculs, les valeurs retenus correspondent à un produit pénalisant (t°C d'ébullition plus basse) : l'éthanol pour le PDO et le MEC pour le MIBK.

### 14.2. Résultats de calcul

Les conséquences d'une boule de feu sont données dans le tableau suivant :

	Bac MIBK	Bac PDO
Durée de la boule de feu (s)	3,6 s	4,8 s
Rayon de la boule de feu (m)	28 m	17 m
Effets irréversibles (600 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s) (m)	32 m	24 m
Effets létaux (1000 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s) (m)	29 m	20 m
Effets létaux significatifs (1800 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s) (m)	28 m	18 m

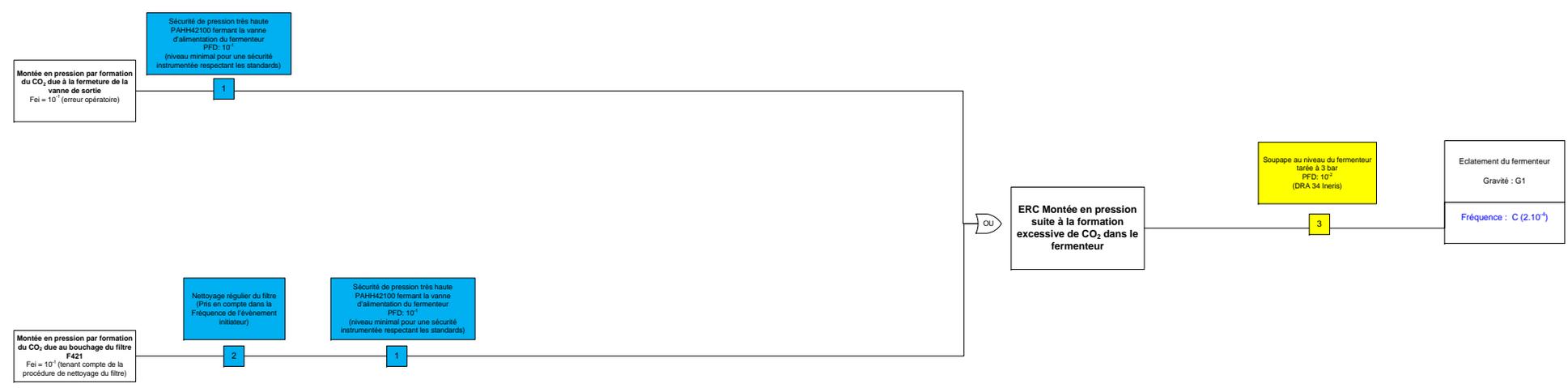
## 15. TABLEAU RECAPITULATIF DES SCENARIOS EVALUES

Scénario	Type d'effets	Effets bris de vitres	Seuil des effets irréversibles	Seuil des effets létaux	Seuil des effets létaux significatifs	Cinétique
Feu de nappe de MIBK	Thermiques	-	30 m	25 m	20 m	Rapide
UVCE d'une nappe de MIBK	Surpression thermiques /	La masse explosible est insuffisante pour engendrer des effets de surpression conséquents. Les effets thermiques (flash fire) seraient compris dans un rayon d'un peu plus d'1 m autour de la rétention				-
Explosion du bac de MIBK	Surpression	40 m	20 m	10 m	10 m	Rapide
Evaporation d'une nappe d'ammoniac 20%	Toxiques		71 m	23 m	22 m	Rapide
Rejet de gaz naturel_ Feu de jet	Thermiques	-	10 m	9 m	8 m	Rapide
Rejet de gaz naturel_UVCE surpression	Surpression	La masse explosible est insuffisante pour engendrer des effets de surpression conséquents				-
Rejet de gaz naturel_UVCE thermique	Thermiques	-	5 m	4 m	4 m	Rapide
Rejet de biogaz	Surpression thermiques / toxiques /	Le débit maximal de biogaz (100 Nm <sup>3</sup> /h) est trop faible pour que des distances d'effets significatives soient générées en cas rupture franche				-
Explosion de la chaudière	Surpression	22 m	11 m	4 m	3 m	Rapide
Feu de cuvette de PDO	Thermiques	-	20 m	15 m	10 m	Rapide
Explosion de la colonne T801	Surpression	50 m	25 m	10 m	10 m	Rapide
Explosion de la colonne T851	Surpression	20 m	10 m	5 m	5 m	Rapide
Explosion de la colonne T861	Surpression	30 m	15 m	5 m	5 m	Rapide
Explosion du scrubber général	Surpression	30 m	15 m	10 m	10 m	Rapide
Explosion du méthaniseur – Volume total 1 540 m <sup>3</sup>	Surpression	98 m	49 m	-	-	Rapide
Incendie de la zone de stockage déchet	Thermiques	-	8,5 m	6 m	4 m	Rapide

Scénario	Type d'effets	Effets bris de vitres	Seuil des effets irréversibles	Seuil des effets létaux	Seuil des effets létaux significatifs	Cinétique
Explosion du silo de butyrate	Surpression	-	36 m	17 m	11 m	Rapide
Explosion du fermenteur	Surpression	146 m	73 m	33 m	26 m	Rapide
Pressurisation lente_Bac MIBK	Thermiques	-	32 m	29 m	28 m	Rapide
Pressurisation lente_Bac MIBK	Thermiques	-	24 m	20 m	18 m	Rapide

## 10.2. Annexe 2 : Nœuds papillons

**METEX**  
**ÉTUDE DES DANGERS**  
**Neud papillon de ERC 2\_1**  
**Eclatement Fermenteur**



Légende	
Corrosion $F_D = 10^{-2}$	Événement initiateur Fréquence ( $F_i$ )
[Blue Box]	Barrière de prévention Probabilité de défaillance à la sollicitation (PFD)
[Yellow Box]	Barrière de protection Probabilité de défaillance à la sollicitation (PFD)
X	Branche non retenu (impossible physiquement)
$1,0 \cdot 10^{-4}$	Fréquence calculée
ERC	Événement Redouté Central
Fréquence	Fréquence d'un Phd

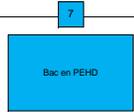
**METEX**

**ÉTUDE DES DANGERS**

**Neud papillon de ERC 6\_4**

**Perte de confinement du stockage d'eau ammoniacale**

**Usure matériaux**  
 $F_{el} = 5 \cdot 10^{-7}$   
 (Purple book Table 3.3  
 Pressure vessel)



**Impact par véhicule routier  
ou ferroviaire**



Le stockage est éloigné des voies de circulation principale (uniquement du trafic de chariot à proximité) protégé par cuvette de rétention

**Chute de charge (grue)**



Cas non considéré, par application du § 1.1.7/D de la circulaire du 10 mai 2010.  
 Plan de prévention, délivrance d'un permis de travail et un accueil sécurisé lors de la programmation des travaux.  
 Une certification MASE des intervenants est exigée, ainsi qu'une habilitation des grutiers.  
 Les travaux se font également après délivrance d'un plan de levage.  
 Enfin, l'opération est surveillée attentivement par le personnel de METEX

**Effets domino thermiques  
(feu à proximité)**



Pas de source d'effet domino impactant le stockage

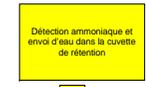
**Effets domino de  
surpression**



Pas de source d'effet domino impactant le stockage

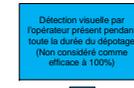
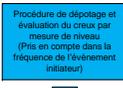
OU

**ERC Perte de confinement  
du stockage d'eau  
ammoniacale**

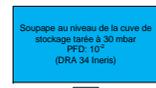
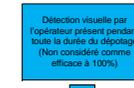


**Emission d'un nuage d'ammoniac  
(60 min)**  
 Gravité : G1  
 Fréquence : C ( $1,35 \cdot 10^{-4}$ )

**Surremplissage du stockage  
conduisant à une montée en  
pression**  
 $F_{el} = 10^{-2}$  (erreur opérateur tenant  
compte d'une procédure écrite,  
sans stress particulier)



**Défaillance du système de régulation  
de niveau du laveur lors d'un dépotage  
conduisant à une montée en pression**  
 $F_{el} = 10^{-2}$   
 (Défaillance d'un système de régulation  $10^{-1}$ , et prise en compte d'une décote d'un facteur 10 tenant compte du fait que la défaillance doit avoir lieu pendant l'opération de dépotage (70 fois par an uniquement), les installations étant contrôlées et testées régulièrement)



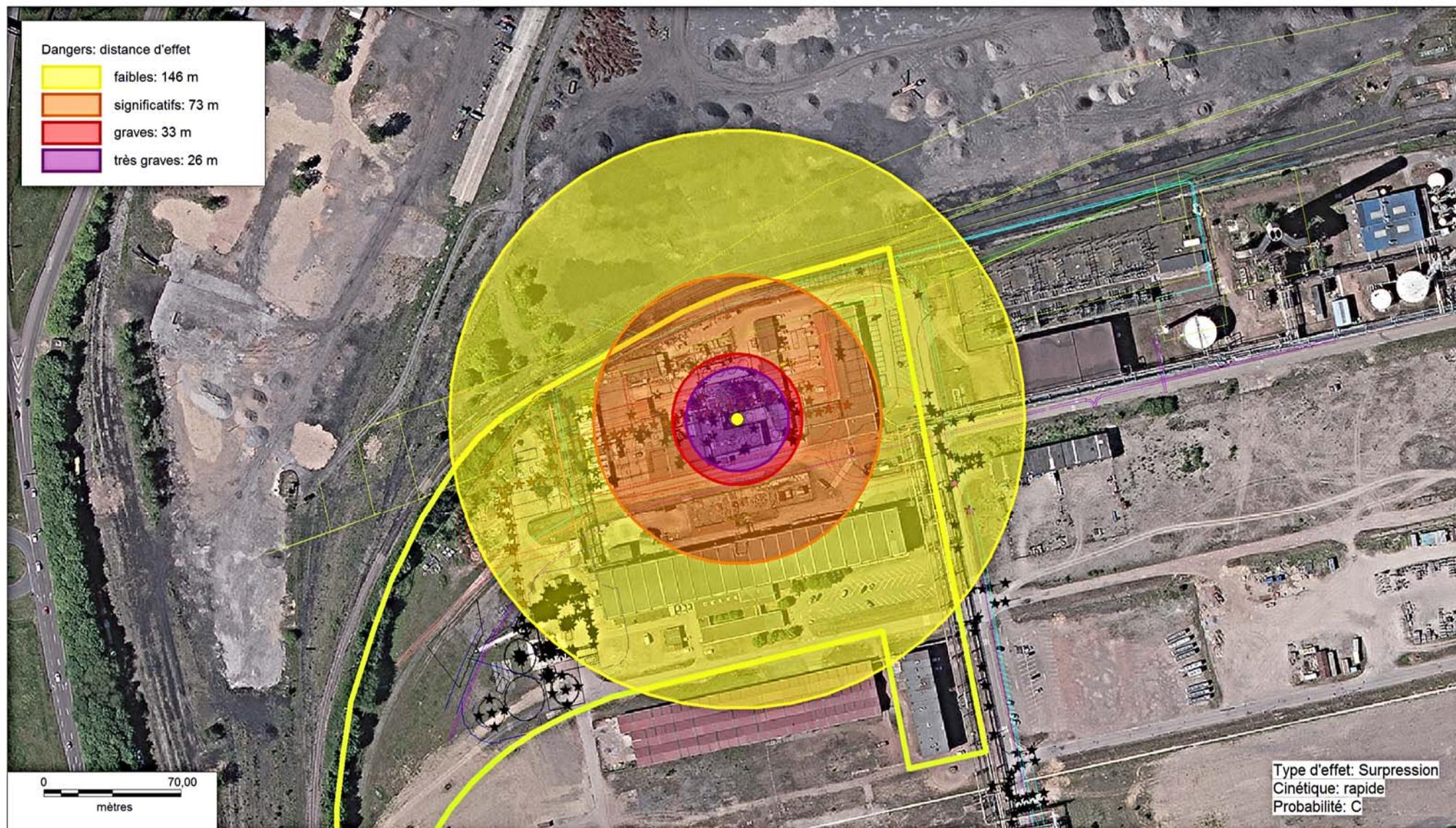
**Fuite au niveau des  
piquages / Défaillance de la  
pompe**  
 $F_{el} = 2,5 \cdot 10^{-9}$   
 (Purple book Table 3.7, prise  
en compte de 5 m de ligne)



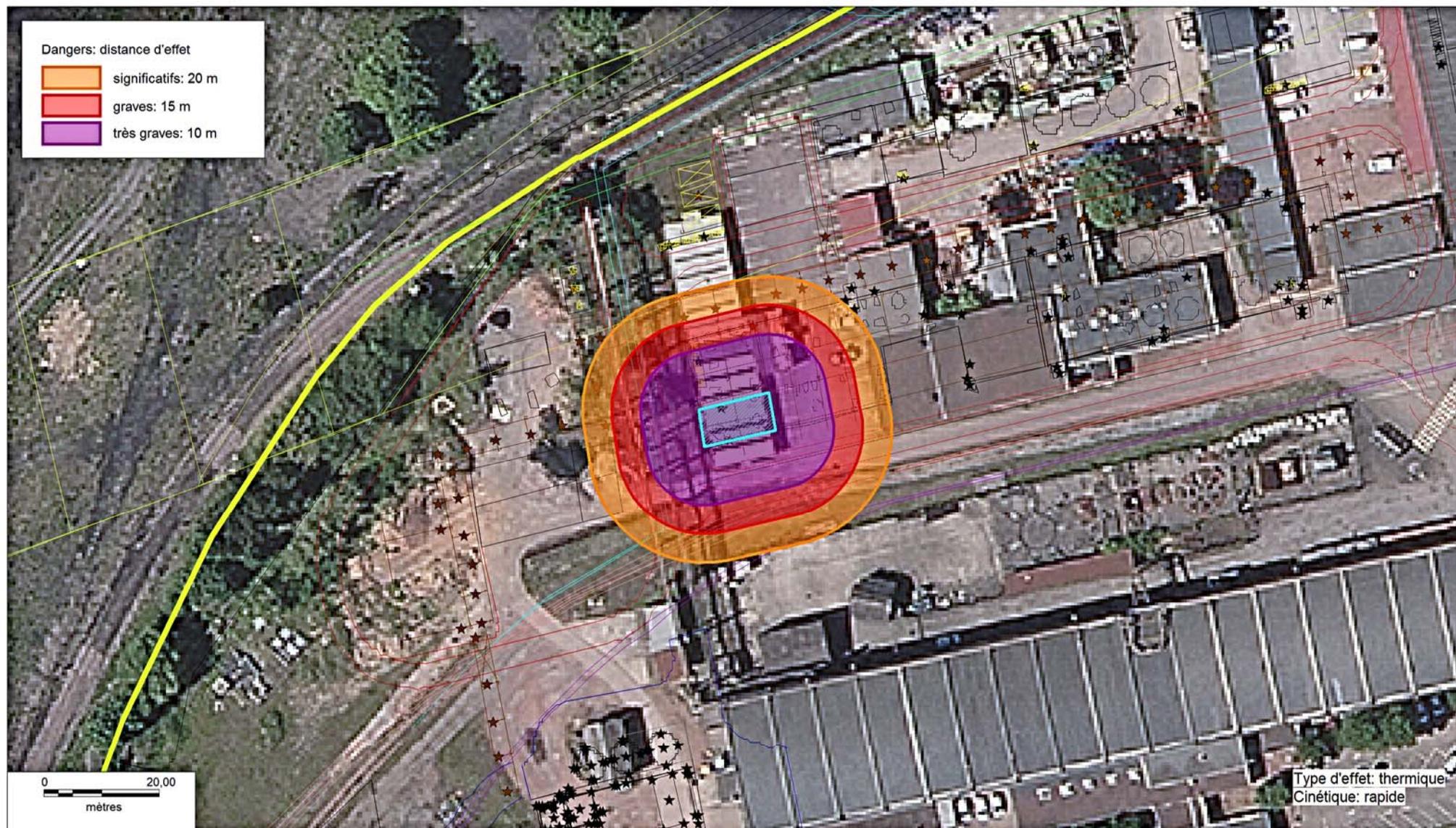
**Légende**

Corrosion $F_{el} = 10^{-2}$	Évènement initiateur Fréquence ( $F_{el}$ )
Barrière de prévention	Probabilité de défaillance à la sollicitation (PFD)
Barrière de protection	Probabilité de défaillance à la sollicitation (PFD)
X	Branche non retenu (impossible physiquement)
$1,0 \cdot 10^{-4}$	Fréquence calculée
ERC	Évènement Redouté Central
Fréquence	Fréquence d'un Phd

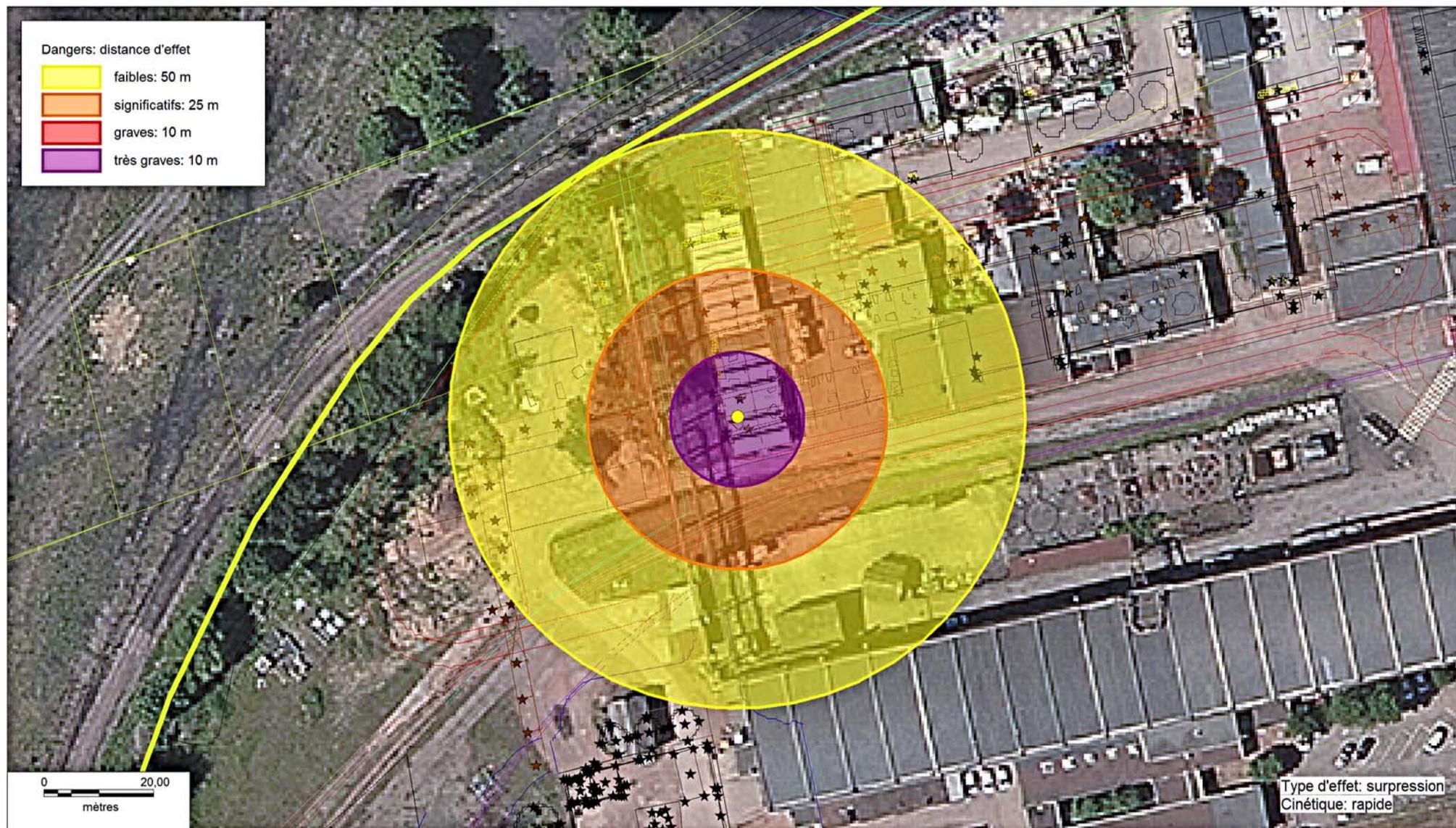
## 10.3. Annexe 3 : Cartographie des distances d'effets



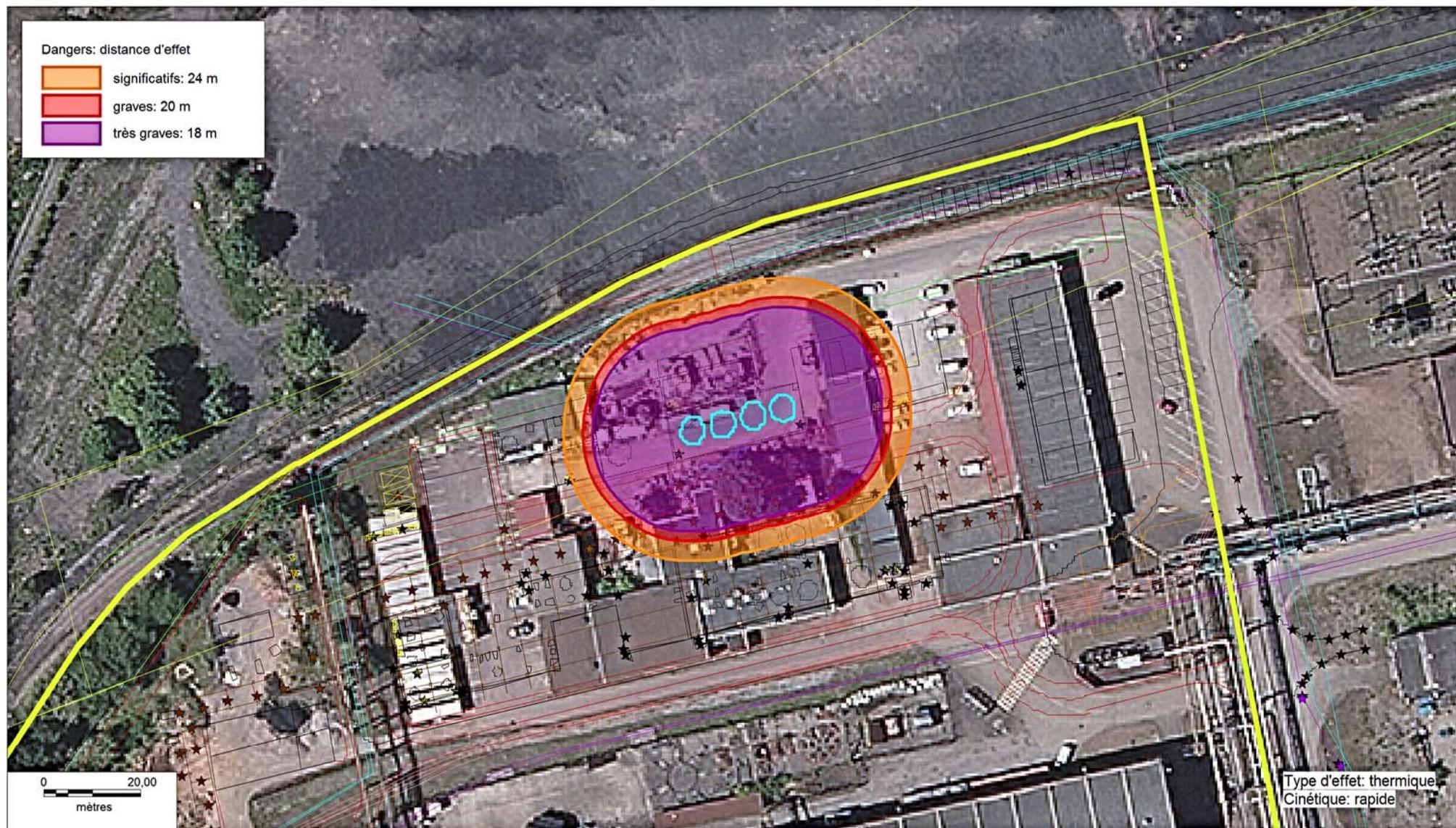
Sources:



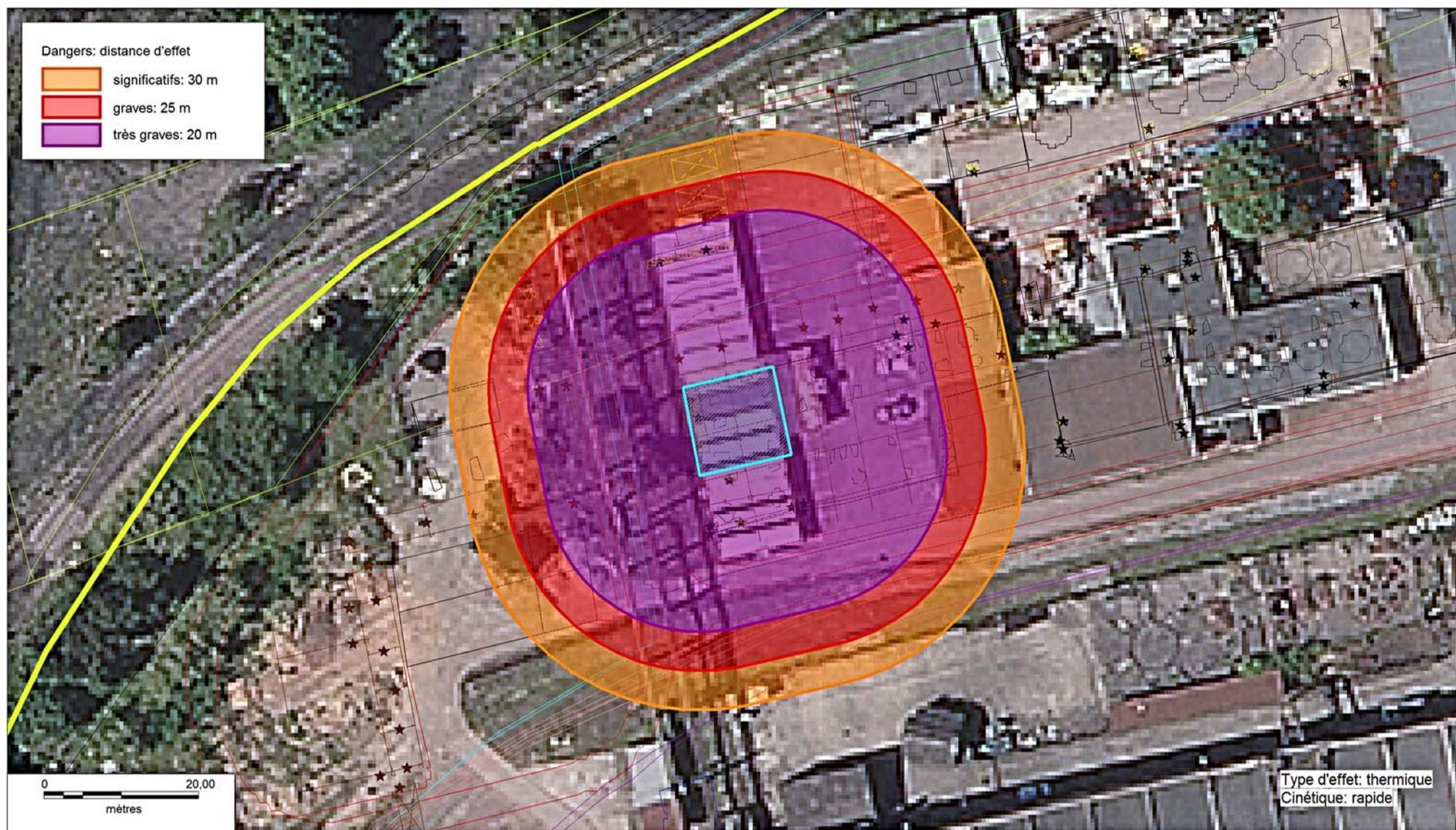
Sources:



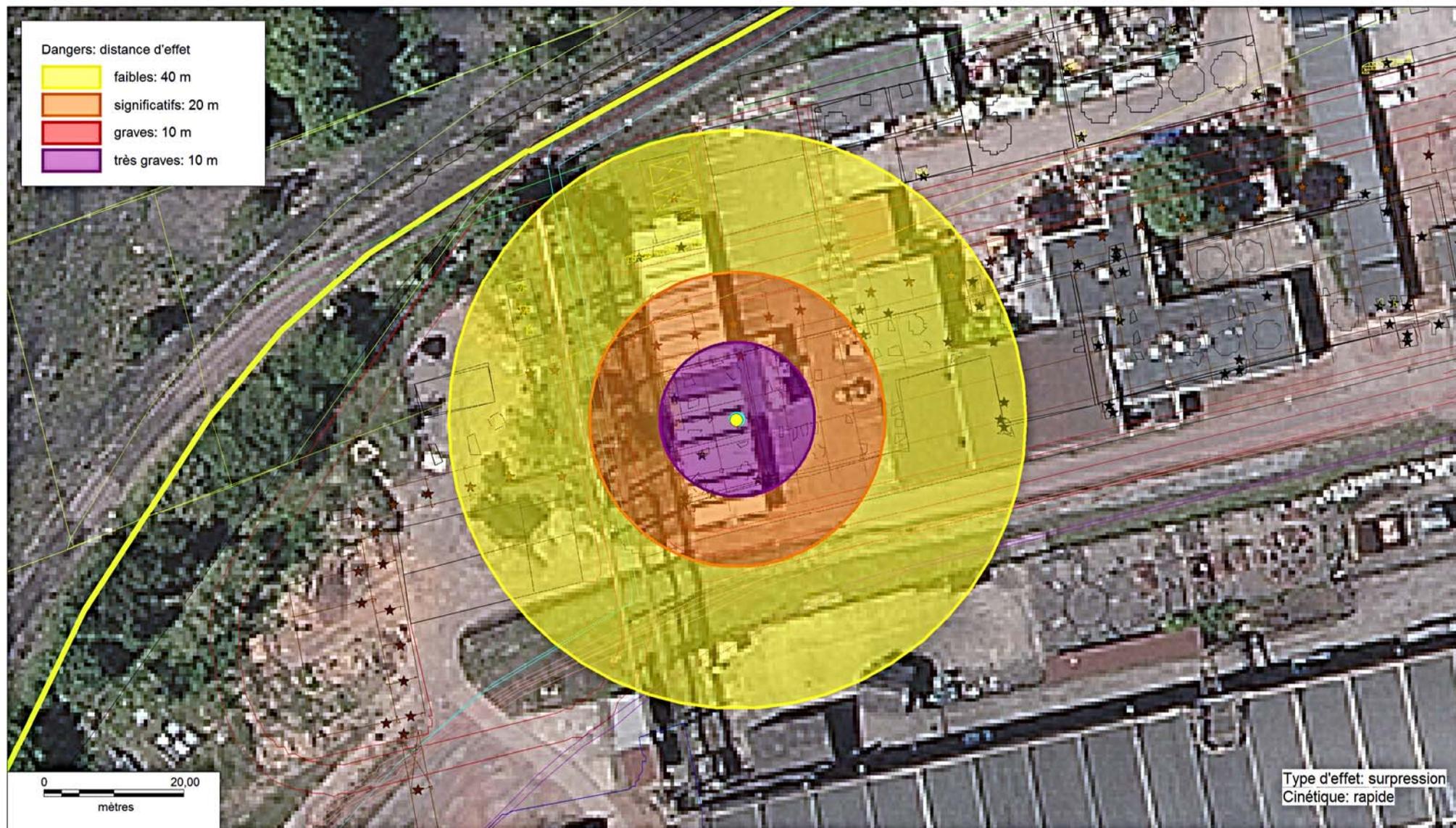
Sources:



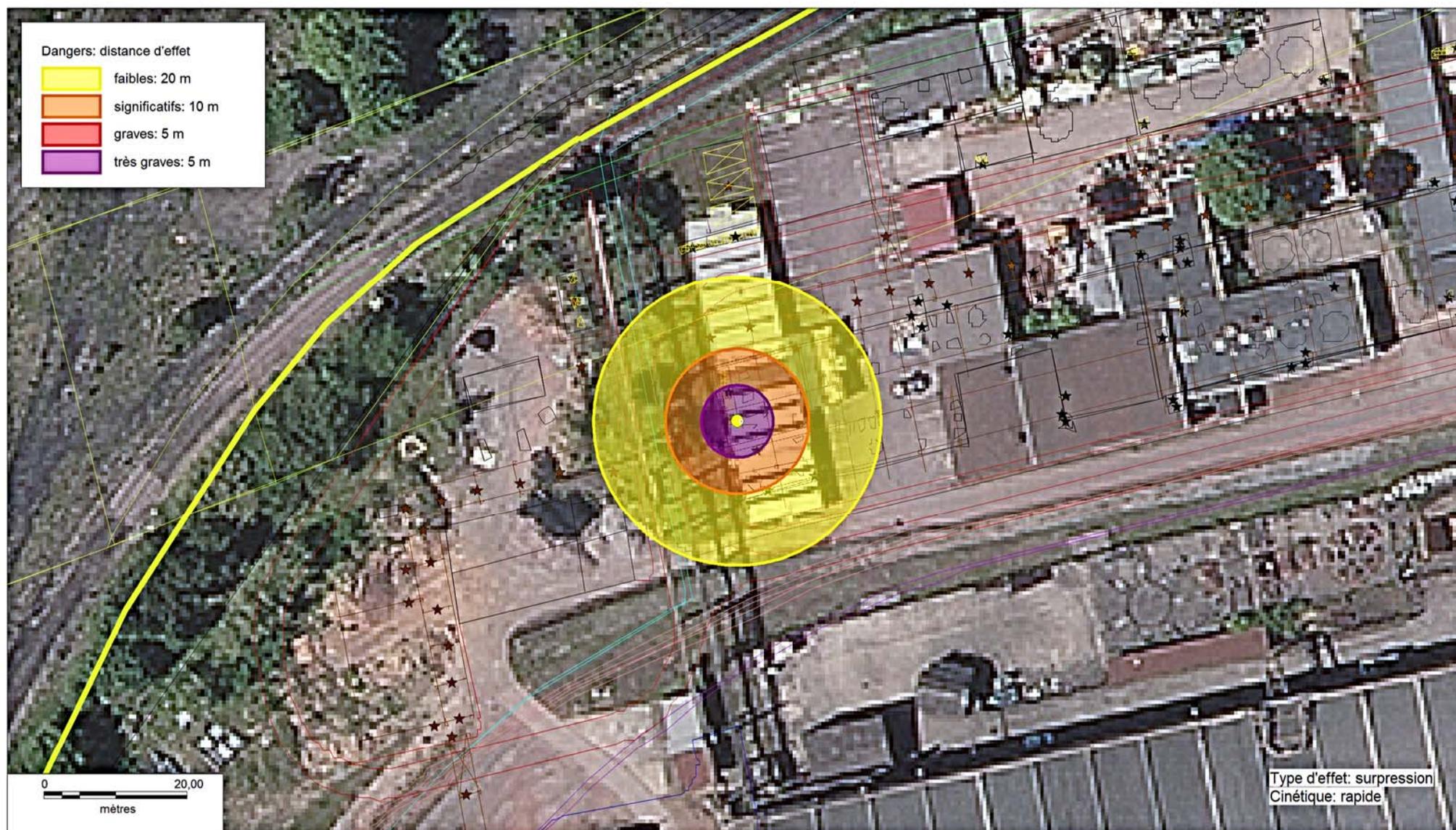
Sources:



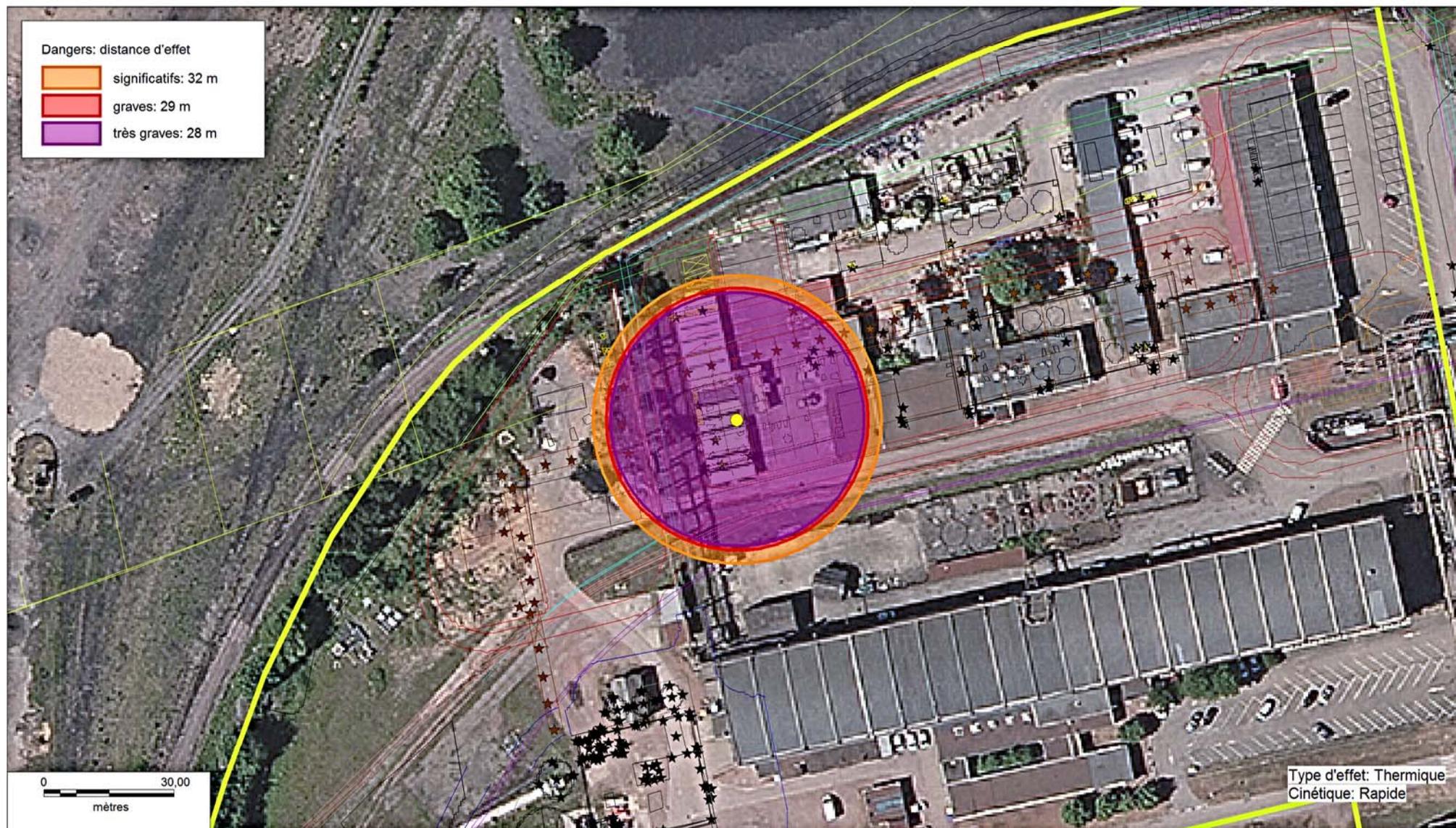
Sources:



Sources:



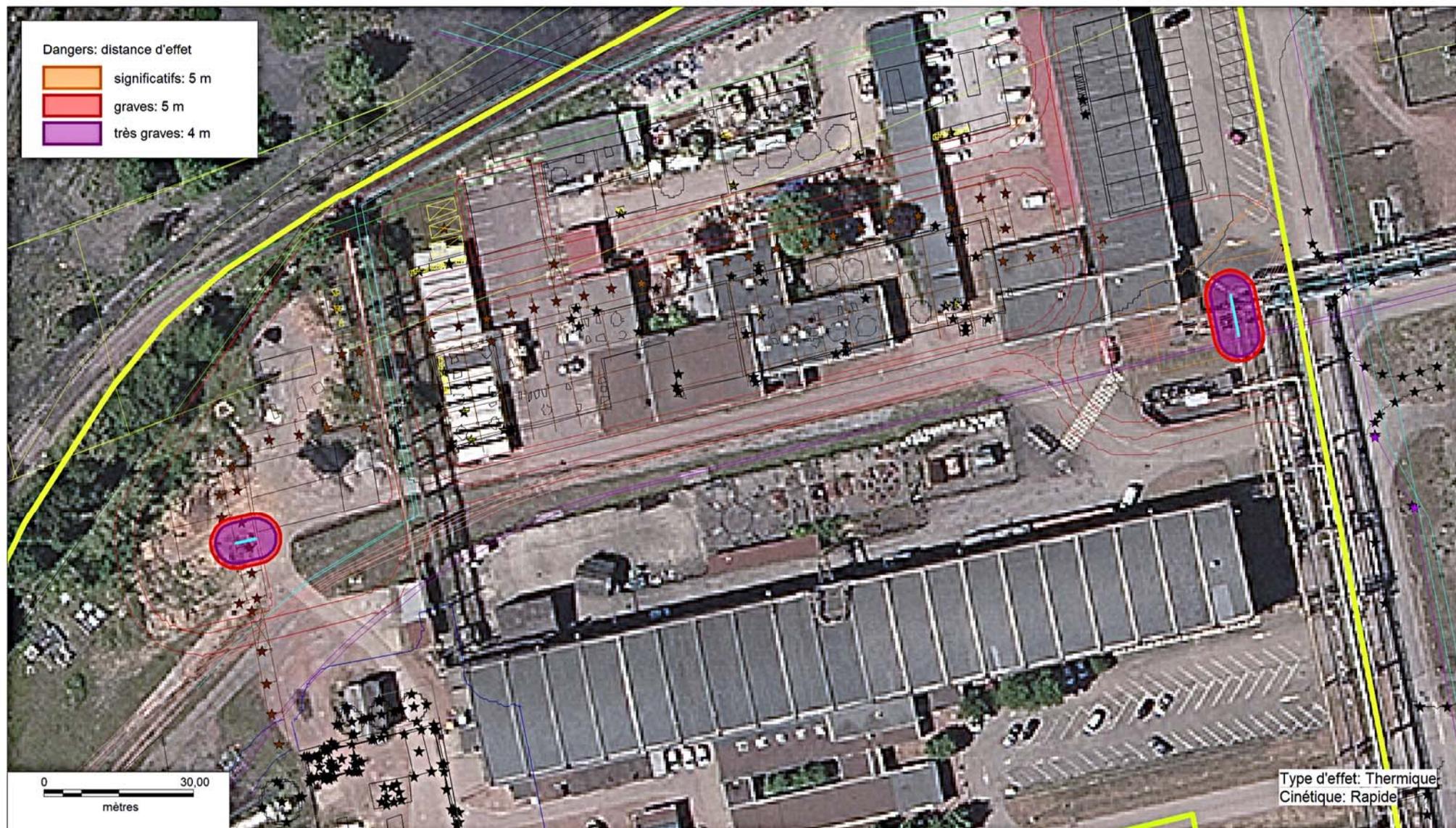
Sources:



Sources:



Sources:



Sources: