

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE implanté sur la commune de MIGNE AUXANCES (86)



Photo aérienne du site d'implantation

SOMMAIRE

1	RENSEIGNEMENTS GENERAUX	12
1.1	PRESENTATION GENERALE DU SITE	12
1.1.1	Localisation et accès	12
1.1.2	Activités	12
1.1.3	Organisation du site.....	12
1.2	SITUATION ADMINISTRATIVE DE L'ETABLISSEMENT AU REGARD DE LA REGLEMENTATION DES ICPE .	13
1.2.1	Nature et volume des activités	13
1.2.2	Arrêtés applicables	13
2	OBJECTIFS, PERIMETRE ET CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS – METHODE D'ANALYSE DES RISQUES	14
2.1	OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	14
2.2	PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS.....	14
2.3	CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS	14
2.4	REFERENCES REGLEMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIQUES – DOCUMENTS DE REFERENCE	15
2.4.1	Textes réglementaires	15
2.4.2	Bibliographie	15
2.5	PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RISQUES.....	16
2.5.1	Démarche globale.....	16
2.5.2	1ère étape : accidentologie	17
2.5.3	2ème étape : identification et caractérisation des potentiels de dangers – réduction des potentiels de dangers	17
2.5.4	3ème étape : Evaluation ou Analyse préliminaire des risques (EPR ou APR)	17
2.5.5	4ème étape : Analyse détaillée des risques (ADR).....	18
2.5.5.1	Formalisme du « nœud papillon ».....	18
2.5.5.2	Evaluation de la probabilité	20
2.5.5.3	Evaluation de la gravité	20
2.5.5.4	Evaluation de la cinétique.....	21
2.5.6	5ème étape : bilan de l'analyse des risques	21
3	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT	23
3.1	DESCRIPTION GENERALE DES INSTALLATIONS.....	23
3.2	STOCKAGE ET PREPARATION DES SUBSTRATS.....	23
3.2.1	Substrats solides	24
3.2.1.1	Stockage des substrats solides	24
3.2.1.2	Incorporation des intrants solides.....	24
3.2.2	Substrats liquides	24
3.2.3	Substrats à hygiéniser	24
3.3	DIGESTION	25
3.4	GESTION ET VALORISATION DU DIGESTAT	25

3.5	TRAITEMENT ET VALORISATION DU BIOGAZ.....	26
3.5.1	Désulfuration	26
3.5.2	Poste d'épuration de biogaz	26
3.6	INSTALLATIONS ET ACTIVITES CONNEXES – UTILITES	27
3.6.1	Installations de combustion	27
3.6.2	Récupération et traitement des effluents liquides	27
3.6.3	Récupération et traitement des effluents gazeux	27
3.6.4	Torchère	27
3.6.5	Stockage de produits chimiques.....	27
3.7	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE	27
3.7.1	Environnement humain.....	27
3.7.2	Environnement naturel	28
4	ORGANISATION GENERALE EN MATIERE DE GESTION DE LA SECURITE.....	29
4.1	DISPOSITIONS GENERALES ORGANISATIONNELLES	29
4.1.1	Recensement des substances ou préparations dangereuses – Gestion des incompatibilités	29
4.1.2	Organisation, formation	29
4.1.3	Maîtrise des procédés, maîtrise d'exploitation	29
4.1.4	Gestion des modifications	29
4.1.5	Plan de prévention pour entreprises extérieures.....	29
4.1.6	Entretien et maintenance des installations (périodicité des contrôle et maintenance) – Travaux	30
4.2	DISPOSITIONS GENERALES TECHNIQUES – MESURES DE SECURITE	30
4.2.1	Contrôle des accès – Protection anti-intrusion.....	30
4.2.2	Mesures de prévention vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion.....	30
4.2.2.1	Inventaire des sources d'ignition	30
4.2.2.2	Mesures de prévention spécifiques au risque d'explosion	31
4.2.3	Mesures de détection, de protection et de limitation des risques d'incendie et d'explosion	34
4.2.3.1	Détection incendie	34
4.2.3.2	Moyens d'extinction	34
4.2.3.3	Détection gaz.....	34
4.2.3.4	Ventilation des locaux à risque d'explosion.....	34
4.2.4	Mesures de prévention et de protection contre les risques liés aux opérations de manutention ou liés à la circulation interne	34
4.2.4.1	Causes possibles.....	34
4.2.4.2	Mesures de prévention	35
4.2.4.3	Mesures de protection	35
4.2.5	Mesures de prévention et de protection vis-à-vis du risque de pollution des eaux et du sol	35
4.2.5.1	Causes possibles.....	35

4.2.5.2	Mesures de prévention ou de protection	35
5	ACCIDENTOLOGIE – RETOUR D'EXPERIENCE	37
5.1	ACCIDENTS SURVENUS SUR DES INSTALLATIONS SIMILAIRES	37
5.1.1	Retour accidentologique de l'inertis.....	37
5.1.2	Consultation de la base ARIA.....	38
5.2	SYNTHESE	44
6	IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS	45
6.1	DANGERS LIES AUX PRODUITS	45
6.1.1	Méthodologie	45
6.1.2	Dangers liés aux produits susceptibles d'être stockés.....	45
6.1.3	Dangers liés au biogaz	47
6.1.4	Gestion des incompatibilités – Règles de stockage	47
6.2	DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS / ACTIVITES CONNEXES / UTILITES	47
6.3	CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGERS.....	49
7	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS	51
7.1	PRINCIPE DE SUBSTITUTION.....	51
7.2	PRINCIPE D'INTENSIFICATION.....	51
7.3	PRINCIPE D'ATTENUATION	51
7.4	PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS	51
8	EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES (EPR).....	52
8.1	RAPPEL DE LA DEMARCHE.....	52
8.2	ANALYSE DES RISQUES D'ORIGINE EXTERNE.....	53
8.2.1	Risques d'origine naturelle	53
8.2.2	Risques d'origine non naturelle	56
8.3	EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES LIES AUX INSTALLATIONS	58
8.3.1	Traitement des sources d'ignition.....	58
8.3.2	Synthèse de l'analyse.....	58
9	MODELISATION DES EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX.....	62
9.1	RAPPEL DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS	62
9.1.1	PhD majeurs potentiels retenus à l'issue de l'EPR	62
9.2	SEUILS D'EFFETS	62
9.2.1	Effets thermiques.....	62
9.2.2	Seuils d'effets de surpression.....	63
9.2.3	Caractérisation de la cible	63
9.3	METHODOLOGIES DE CALCUL.....	64
9.3.1	Caractéristiques du produit considéré	64
9.4	METHODOLOGIE DE CALCUL DES EFFETS DE SURPRESSION EN CAS D'EXPLOSION CONFINEE	64
9.4.1	Présentation de la méthode dite «Multi-Energie »	64
9.4.2	Présentation de la méthode dite « Méthode de Brode » / multi-Energie indice 10	65

9.5	MODELISATION DES EFFETS DES SCENARIOS UVCE/FLASH-FIRE ET JET ENFLAMME	67
9.5.1	Outil de modélisation	67
9.5.2	Débit a la breche.....	67
9.5.3	Dispersion atmosphérique.....	67
9.5.4	Jet enflammé (feu torche).....	68
9.5.5	Explosion non confinée (UVCE / Flash Fire).....	68
9.6	MODELISATION DES PHd 1 ET PHd 2 : EXPLOSION DU DIGESTEUR ET DU POST-DIGESTEUR.....	70
9.7	MODELISATION DES PHd 3 : RUPTURE GUILLOTINE D'UNE CANALISATION DE BIOGAZ EN AMONT DE L'UNITE D'EPURATION	73
9.8	MODELISATION DES PHd 4 : RUPTURE GUILLOTINE D'UNE CANALISATION DE BIOGAZ ENTRE L'UNITE D'EPURATION ET LE POSTE D'INJECTION GRDF	76
9.9	TABLEAU RECAPITULATIF DES DISTANCES D'EFFETS SUR LES TIERS DES PHENOMENES DANGEREUX MAJEURS	79
9.10	ANALYSE DES EFFETS DOMINOS POSSIBLES	79
10	ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES (ADR)	81
10.1	DEMARCHE – METHODOLOGIE	81
10.2	BASES DE DONNEES UTILISEES POUR L'EVALUATION DE LA PROBABILITE	81
10.3	PRINCIPES RETENUS POUR L'EVALUATION DE LA GRAVITE.....	81
10.4	PHd1B : EXPLOSION DU CIEL GAZEUX DU DIGESTEUR VIDE	82
10.4.1	Estimation de la probabilité	82
10.4.2	Evaluation de la gravité	82
10.4.3	Evaluation de la cinétique.....	82
10.5	SYNTHESE DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES	83
10.5.1	Tableau récapitulatif des phénomènes dangereux majeurs	83
10.5.2	Synthèse de l'analyse des risques – Criticité	83
10.5.3	Conclusion	83

AVANT-PROPOS

Les responsables du dossier sont :

Responsable(s)	Fonction	Coordonnées
Julien MACOUIN ERIS ENVIRONNEMENT	Responsable du dossier de demande d'enregistrement et de l'étude d'impact	jmacouin.eris@orange.fr ☎ 05 49 43 76 95 / 06 37 49 65 06
Cédric ABONNEAU MIGNE BIOMETHANE	Président MIGNE BIOMETHANE	migne.biomethane@gmail.com ☎ 06 61 28 33 11

Cette étude de dangers a été rédigée avec la contribution de Bureau Veritas :

Rédacteur / trice(s)	Fonction	Coordonnées
Alice PAUMARD	Consultante Risques Industriels	alice.paumard@fr.bureauveritas.com ☎ 06.42.51.75.85

GLOSSAIRE – ABREVIATIONS

Les termes employés dans les études de dangers sont définis dans la circulaire du 10 mai 2010.

Les principaux sigles employés sont les suivants :

A	
ADR	Analyse Détaillée des Risques. La méthode d'ADR déployée dans la présente étude est la méthode dite par arbres de défaillance – arbres d'événements, ou « nœud papillon ».
APR	Analyse Préliminaire des Risques (idem EPR).
B	
BHS	Barrière Humaine de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) organisationnelle (action humaine)
BTHS	Barrière Technique et Humaine de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) associant un dispositif technique et une action humaine
BTS	Barrière Technique de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) ne mettant en jeu que des dispositifs techniques
E	
EDD	Etude De Dangers.
EI	Événement Initiateur ; événement immédiatement en amont d'un Événement Redouté Central.
EPR	Evaluation Préliminaire des Risques (idem APR)
ERC	Événement Redouté Central.
ERP	Etablissement Recevant du Public.
F	
FDS	Fiche de Données de Sécurité.
I	
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.
L	
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité. Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières combustibles) en concentration inférieure à la LIE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité. Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières combustibles) en concentration supérieure à la LSE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.

M	
Mesure de Maîtrise des Risques (MMR)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue les MMR de prévention et les MMR de protection (ou de limitation).
Mesure de Maîtrise des Risques Instrumentées (MMRi)	faisant appel à de l'instrumentation de sécurité et constituée d'un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.
P	
PhD	Phénomène Dangereux.
PI	Poteaux incendie.
POI	Plan d'Opération Interne. Ensemble de mesures prévues pour assurer la sécurité en cas d'accident.
R	
REX	Retour d'EXpérience.
RIA	Robinet d'Incendie Armé.
S	
SEI	Seuil des Effets Irréversibles sur la santé humaine
SEL / SPEL	Seuil des premiers Effets Létaux (⇔ 1% de décès sur la population exposée)
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs (⇔ 5% de décès sur la population exposée)
U	
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion. Explosion d'un nuage de gaz ou de vapeur inflammable dans un environnement non confiné, encombré ou non encombré.
V	
VCE	Vapour Cloud Explosion. Explosion d'un nuage de gaz ou de vapeur inflammable dans un environnement confiné, encombré ou non encombré.

ABREVIATIONS PROPRES AUX INSTALLATIONS ETUDIEES

CIVE Culture Intermédiaire à Vocation Energétique

1 RENSEIGNEMENTS GENERAUX

1.1 PRESENTATION GENERALE DU SITE

1.1.1 LOCALISATION ET ACCES

Le projet d'unité de méthanisation se situe entre la route départementale n°347 et la rue de Saumur.

Le site sera accessible depuis les deux voies : entrées aux extrémités Nord-Ouest et Nord-Est du terrain d'implantation.

1.1.2 ACTIVITES

La SAS MIGNE BIOMETHANE a été créé en octobre 2017. Elle a pour projet l'implantation d'une installation de méthanisation agricole sur la commune de MIGNE AUXANCES (86).

La SAS MIGNE BIOMETHANE est composée de 5 exploitations agricoles, 2 coopératives agricoles et le groupement ENGIE SUEZ (Méthabio Développement).

La production de biogaz par méthanisation sera issue pour plus de 56% de matières provenant d'exploitations agricoles.

Les matières entrantes sont : effluents d'élevage, co-produits agricoles, déchets céréaliers, effluents agro-industriels.

Les principales caractéristiques de l'installation sont données dans le tableau ci-dessous :

Capacité de l'installation	20 382 T par an, soit 56 T/jour de produits biomasse réceptionnés sur le site
Production de biogaz	9 844 Nm ³ /jour
Débit de biométhane injecté	215 Nm ³ /h revendu à GRDF
Puissance thermique nominale	300 kW
Valorisation du digestat	7 720 m ³ de digestat liquide et 8 197 T de digestat solide Recirculation et retour au sol dans le cadre d'un plan d'épandage

1.1.3 ORGANISATION DU SITE

Le site de méthanisation sera en grande partie automatisé et fonctionnera avec peu de main d'œuvre.

La conduite de l'installation se limite généralement aux opérations de gestion des stockages d'intrants, chargement de la trémie ainsi qu'aux opérations de suivi général, de surveillance et d'entretien.

L'exploitation et la maintenance du site seront assurées par un technicien et avec l'appui technique du constructeur de l'unité de méthanisation.

L'ensemble du personnel présent sur site sera formé à la conduite de l'installation, et notamment par le constructeur pour la partie méthanisation.

1.2 SITUATION ADMINISTRATIVE DE L'ETABLISSEMENT AU REGARD DE LA REGLEMENTATION DES ICPE

1.2.1 NATURE ET VOLUME DES ACTIVITES

Le projet est soumis à enregistrement sous la rubrique 2781 « Installation de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute » de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

N° de la rubrique	Intitulé de la rubrique et seuils	Caractéristiques sur l'unité	Régime ¹	Rayon d'enquête
2781	Installations de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute, à l'exclusion des installations de méthanisation d'eaux usées ou de boues d'épuration urbaines lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production 1) Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, lactosérum et déchets végétaux d'industries agroalimentaires Quantité de matières traitées a) ≥ 100 T/jour (A) b) ≥ 30 T/jour et < 100 T/jour (E) c) < 30 T/jour (DC)	Quantité de matières traitées relevant de la rubrique 2781-1 selon l'approvisionnement défini : 16 243 t/an, soit 44,5 t/j	E	/
	2) Méthanisation d'autres déchets non dangereux a) ≥ 100 T/jour (A) b) < 100 T/jour (E)	Quantité de matières traitées relevant de la rubrique 2782 selon l'approvisionnement défini : 4 139 t/an, soit 11,3 t/j	E	/
2910	Installations de combustion B- Lorsque les produits consommés seuls ou en mélange sont différents de ceux visés en A et C ou sont de la biomasse telle que définie au b (ii) ou au b (iii) ou au b (v) de la définition de biomasse, et si la puissance thermique nominale de l'installation est : 1) Supérieure ou égale à 20 MW (A) 2) Supérieure à 0,1 MW mais inférieure à 20 MW : a) En cas d'utilisation de biomasse telle que définie au b(ii) ou au b(iii) ou au b(v) de la définition de biomasse, ou de biogaz autre que celui visé en 2910-C, ou de produit autre que biomasse issu de déchets au sens de l'article L.541-4-3 du code de l'environnement (E) b) Dans les autres cas (A)	Chaudière mixte biogaz-gaz naturel de 400 kW Biogaz produit par une installation soumise à enregistrement	E	-
4310	Gaz inflammables catégorie 1 et 2 La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées) étant : 1) ≥ 10 T (A) 2) > 1 T et < 10 T (DC)	Stockage total de biogaz de 4 000 m ³ , soit 4,6 T	DC	-

1.2.2 ARRETES APPLICABLES

Le projet respectera les dispositions des arrêtés ministériels applicables soient :

- Arrêté du 12/08/10 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 24/09/13 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2910-B de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (applicable jusqu'au 19 décembre 2018).

2 OBJECTIFS, PERIMETRE ET CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS – METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

2.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers expose les dangers que peuvent présenter les installations en décrivant les principaux accidents susceptibles d'arriver, leurs causes (d'origine interne ou externe), leur nature et leurs conséquences.

Elle précise et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents à un niveau acceptable.

Elle décrit l'organisation de la gestion de la sécurité mise en place sur le site et détaille la consistance et les moyens de secours internes ou externes mis en œuvre en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre.

Cette étude doit permettre une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement. Elle a pour objectifs principaux, selon le Ministère en charge de l'environnement :

- d'améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- de favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles, dans l'arrêté d'enregistrement ;
- d'informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques ;
- de servir de document de base pour l'élaboration des plans d'urgence et des zones de maîtrise de l'urbanisation.

2.2 PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers porte sur les installations de méthanisation et de valorisation du biogaz, objets du projet.

2.3 CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS

Conformément aux prescriptions réglementaires en vigueur, la présente étude de dangers comprend :

- la description des installations et de leur environnement ;
- la présentation de l'organisation en matière de sécurité et les mesures générales de prévention et de protection existantes ;
- l'analyse de l'accidentologie (historique des accidents déjà survenus dans l'établissement même et sur des installations similaires) et des enseignements tirés ;
- l'identification et la caractérisation des potentiels de dangers ;
- un examen de la réduction des potentiels de dangers ;
- l'évaluation préliminaire des risques permettant d'identifier les phénomènes dangereux majeurs potentiels ;
- la modélisation des effets des phénomènes dangereux majeurs identifiés ;
- une analyse détaillée, c'est-à-dire quantifiée en termes de probabilité et de gravité, des phénomènes dangereux majeurs retenus ;
- la cartographie des zones d'effets ;

- un bilan de l'analyse des risques comprenant un récapitulatif des mesures d'amélioration ou de réduction des risques proposées.

2.4 REFERENCES REGLEMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIQUES – DOCUMENTS DE REFERENCE

2.4.1 TEXTES REGLEMENTAIRES

La présente étude de dangers répond aux prescriptions des textes suivants :

- Titre Ier du Livre V du code de l'environnement (installations classées).
- Arrêté ministériel du 26 mai 2014 (transposition de la Directive Seveso 3) « relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement » qui abroge et remplace, à compter du 1er juin 2015, l'arrêté ministériel du 10 mai 2010 ;
- Arrêté du 29 septembre 2005 – dit arrêté « PCIG » - 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 soumises à autorisation.
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.
- Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

2.4.2 BIBLIOGRAPHIE

Les guides techniques auxquels la présente étude fait référence sont :

- [1]. INERIS – rapport n°46032 – Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel – 10/04/2006.
- [2]. INERIS – DRA-07-88414-10587B – Etude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles – 18/01/2008.
- [3]. INERIS – DRA-09-101660-12812A – Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle – 18/01/2010.
- [4]. INERIS – DRA-12-117442-01013A – Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitation – 13/02/2012.
- [5]. INERIS – DRA-14-133344-01580B – Etude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane – 07/10/2014.
- [6]. INERIS - 17-163622-11458A - « Vers une méthanisation propre, sûre et durable – Février 2018
- [7]. *Methods for the calculation of the physical effects "Yellow Book"* – TNO – CPR 14E edition 1997.

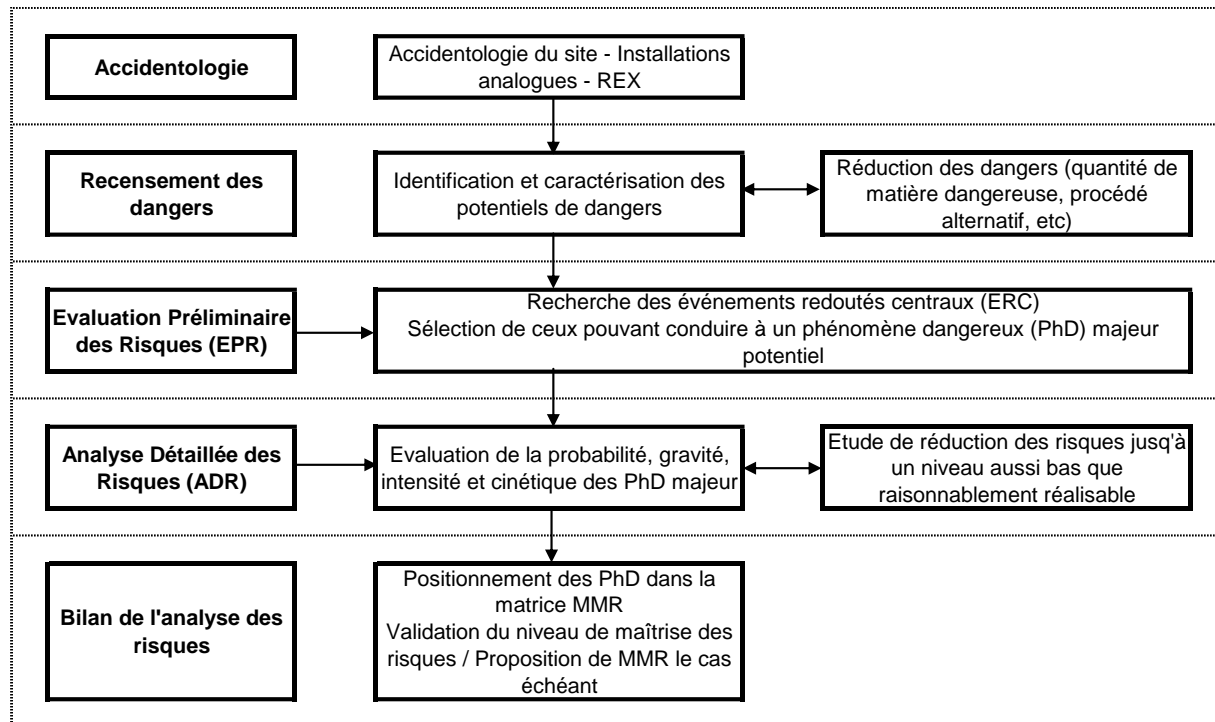
2.5 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RISQUES

2.5.1 DEMARCHE GLOBALE

La démarche d'analyse des risques est présentée sur le graphe ci-dessous. Elle est réalisée en cinq étapes.

Le descriptif des installations (produits, procédés, plans, schémas, ...) et de leur environnement (qui fait l'objet du chapitre 3 de l'EDD) constitue les données d'entrée de l'analyse.

Le produit de sortie de l'analyse est constitué par la liste des phénomènes dangereux majeurs, caractérisés par leur probabilité, gravité, intensité et cinétique, et hiérarchisés dans la matrice de criticité G x P permettant d'apprécier le niveau de maîtrise des risques du site et, le cas échéant, de proposer des MMR supplémentaires.



Représentation des différentes étapes de la démarche d'analyse des risque

Rappelons par ailleurs que le niveau de détail de l'analyse de risques est proportionnel aux dangers de l'établissement.

2.5.2 1ERE ETAPE : ACCIDENTOLOGIE

L'analyse de l'accidentologie est la première étape de l'analyse des risques. Elle porte sur les accidents survenus sur des installations similaires. Elle permet de tirer des enseignements qui seront analysés ensuite (scénarios accidentels, adéquation des mesures de maîtrise des risques, ...).

2.5.3 2EME ETAPE : IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS – REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

Cette deuxième étape de l'analyse des risques a pour objectif d'identifier et caractériser les potentiels de dangers.

La méthode employée pour identifier les potentiels de dangers a consisté à :

- identifier les potentiels de dangers liés aux produits présents sur le site, en examinant les propriétés et les quantités des produits susceptibles d'être présents sur le site ;
- identifier les équipements qui ne mettent pas en œuvre de matière dangereuse mais qui représentent un danger du fait de leurs conditions opératoires.

Les données d'entrée sont :

- les résultats de l'analyse de l'accidentologie ;
- la liste des produits, classés par famille, et les Fiches de Données de Sécurité (FDS) de quelques produits représentatifs de chacune des familles ;
- la liste des équipements présents sur le site.

A la suite de cette identification, une réflexion est menée sur les possibilités éventuelles de réduire les potentiels de danger du site telles que la réduction, suppression ou substitution des produits et/ou des procédés dangereux par des produits et/ou des procédés moins dangereux.

2.5.4 3EME ETAPE : EVALUATION OU ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (EPR OU APR)

Cette 3^{ème} étape de l'analyse des risques s'articule en deux parties :

- 1- l'analyse des risques d'origine externe, liés à l'environnement naturel ou aux activités humaines à proximité du site, qui constituent des agresseurs potentiels pour les installations en projet. En fonction de leur intensité et des mesures prises, ces risques seront ou non retenus par la suite en tant qu'événement initiateur (ou cause) d'un événement redouté.
- 2- L'analyse des risques internes, propres aux installations, ou analyse des dérives. Il s'agit d'une analyse systématique des risques. Elle vise à :
 - lister tous les Evènements Redoutés Possibles ; pour les installations étudiées, les ERC type sont la perte de confinement ou la fuite de produit dangereux ou un départ de feu ;
 - identifier les causes (ou Evénements Initiateurs (EI)) et les conséquences (ou Phénomènes Dangereux (PhD)) de chacun des ERC envisagés ;
 - recenser les mesures de prévention, de détection et de protection ou limitation prévues ;
 - évaluer la gravité sur les tiers de chaque phénomène dangereux pour, in fine, identifier et retenir tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels devant, de ce fait, être analysés et quantifiés dans le cadre de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR). Les phénomènes dangereux majeurs potentiels sont tous les PhD susceptibles de conduire, directement ou par effet-domino, à des effets sur l'homme (irréversibles ou létaux et irréversibles) en dehors du site, sans tenir compte des éventuelles mesures de protection existantes sauf si celles-ci sont des barrières passives.

Le produit de sortie de l'EPR est constitué de tableaux contenant a minima les colonnes suivantes :

- Evénements Redoutés (ou Evénements Redoutés Centraux) (ERC) ;

- Causes ou Evénements Initiateurs (EI) ;
- Conséquences / Phénomènes dangereux (PhD) ;
- Mesures de prévention ;
- Mesure de protection ou de limitation ;
- Gravité potentielle (évaluée en ne tenant compte que des éventuelles barrières passives) ;
- Commentaires ;
- Repère (= numéro de l'ERC utilisé dans la suite de l'EDD).

A ce stade de l'analyse des risques, une échelle simplifiée est utilisée pour caractériser la gravité des PhD identifiés :

	Effets limités au site	Effets à l'extérieur du site
Gravité	« Mineure »	« Grave »

Echelle de gravité simplifiée

La gravité est évaluée pour les personnes, selon les attentes de l'étude de dangers. Pour évaluer la gravité des PhD, il peut être nécessaire de réaliser une modélisation du phénomène dangereux concerné.

2.5.5 4EME ETAPE : ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES (ADR)

Pour chacun des phénomènes dangereux majeurs potentiels retenus à l'EPR et pour lesquels la modélisation des effets conclut qu'il s'agit d'un PhD majeur (effets à l'extérieur du site), une analyse détaillée et quantifiée des risques est réalisée. Elle comprend :

- la représentation de la séquence accidentelle sous forme d'arbres « nœud papillon » ;
- l'évaluation de la probabilité d'occurrence qualitative du PhD, compte tenu des MMR de prévention ;
- l'évaluation de la gravité des PhD ;
- la caractérisation de la cinétique des PhD.

2.5.5.1 FORMALISME DU « NŒUD PAPILLON »

Le nœud papillon est une représentation graphique sous forme de double arborescence, combinant un arbre de défaillance et un arbre d'événements. La partie gauche du nœud papillon correspond à un arbre de défaillances et permet d'identifier les causes et combinaisons de causes de l'événement redouté (dit événement redouté central ERC). La partie droite du nœud papillon est un arbre d'événements et permet de déterminer les conséquences de l'ERC.

Dans cette représentation, pour un même événement redouté central, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (événement indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des cibles (effets majeurs) désigne un scénario particulier (un chemin = un scénario).

Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) sont représentées sur le nœud papillon par des barres verticales symbolisant le fait qu'elles s'opposent au développement du scénario d'accident.

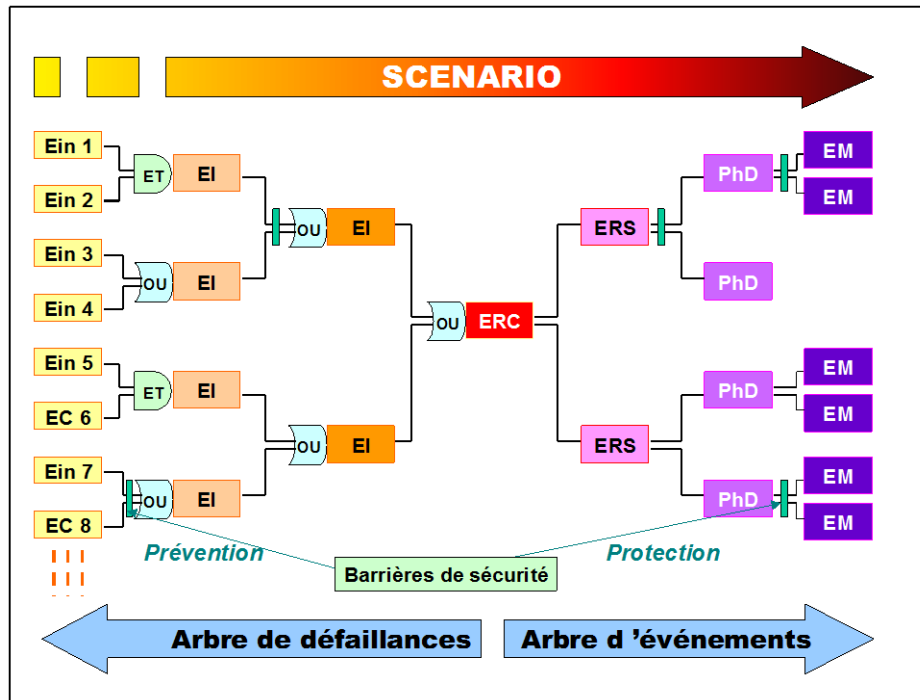
Une même barrière ne peut pas apparaître plusieurs fois sur un même chemin allant de l'EI au PhD et à ses effets en passant par l'ERC.

Les différents Evénements Initiateurs (EI) sont reliés par des portes logiques « ET » et « OU » suivant que l'événement aval nécessite ou non pour se produire, la réalisation de plusieurs EI :

- Porte « ET » : la réalisation de tous les EI (ou causes) est nécessaire à la réalisation de l'événement aval.

- Porte « OU » : la réalisation d'un des EI (ou causes) suffit à la réalisation de l'événement aval.

Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action des mesures de maîtrise des risques sur le déroulement d'un phénomène accidentel.



Formalisme d'une séquence accidentelle avec la méthode des nœuds papillons

Désignation	Signification	Définition	Exemples
Ein	Evènement INdésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies	Le surremplissage ou un départ d'incendie a proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements initiateurs
EC	Evènement Courant	Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants
EI	Evènement Initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Evènement Redouté Central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, brèche, ruine ou décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique
ERS	Evènement Redouté Secondaire	Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique
Ph D	Phénomène Dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, explosion, dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Dommages occasionnés au niveau des cibles (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversibles sur la population synergies d'accident

Légende des événements figurant sur le modèle de nœud papillon

2.5.5.2 EVALUATION DE LA PROBABILITE

Echelle de probabilité :

L'échelle de probabilité de référence est celle de l'AM du 29/09/2005 :

Niveau de fréquence	E	D	C	B	A
Qualitative	Possible mais extrêmement peu probable N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	Très improbable S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	Improbable S'est déjà produit dans secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	Probable S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	Courant S'est produit sur site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices

L'évaluation de la probabilité est faite qualitativement, sur la base du retour d'expérience.

2.5.5.3 EVALUATION DE LA GRAVITE

Echelle de gravité :

L'échelle de gravité de référence est celle de l'AM du 29/09/2005 :

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées ⁽¹⁾	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposées à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

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

Règles de comptage utilisées :

Les règles de comptage utilisées sont celles proposées dans la circulaire du 10 mai 2010.

2.5.5.4 EVALUATION DE LA CINETIQUE

La cinétique est à relier au temps d'atteinte des cibles par les effets.

Echelle de cinétique :

L'échelle de cinétique retenue compte deux niveaux :

- cinétique lente : le développement du phénomène accidentel, à partir de sa détection, est suffisamment lent pour permettre de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes.
- cinétique rapide : le développement du phénomène accidentel, à partir de sa détection, ne permet pas de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes.

L'estimation de la cinétique d'un accident permet de valider l'adéquation des mesures de protection prises ou envisagées ainsi que l'adéquation des plans d'urgence mis en place pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations avant qu'elles ne soient atteintes.

2.5.6 5EME ETAPE : BILAN DE L'ANALYSE DES RISQUES

A l'issue de l'analyse détaillée des risques, les phénomènes dangereux majeurs potentiels (sans tenir compte des MMR sauf passives) et résiduels (en tenant compte des MMR) sont hiérarchiser selon leur probabilité et gravité, dans la matrice « de criticité » gravité x probabilité.

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	NON	NON	NON	NON	NON
	MMR rang 2				
4. Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON	NON	NON
3. Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON	NON
2. Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON
1. Modéré					MMR rang 1

En fonction du niveau de criticité obtenu, des mesures complémentaires peuvent être proposées.

- **Zone en rouge « NON »** : zone de risque élevé ⇔ accidents « **inacceptables** » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site (mesures compensatoires à mettre en œuvre)
- **Zone en jaune et orange « MMR »** : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les phénomènes dangereux dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. Il est important de démontrer que toutes les mesures de maîtrise des risques ont été envisagées et mises en œuvre (dans la mesure du techniquement et économiquement réalisable).

La gradation des cases "MMR " en " rangs ", correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 2. Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

- **Zone en vert** : zone de risque moindre ⇔ accidents « **acceptables** » dont il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé). Pas de mesures de réduction complémentaire du risque.

3 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT

3.1 DESCRIPTION GENERALE DES INSTALLATIONS

La méthanisation a pour objectifs le traitement d'effluents et de résidus agricoles et/ou de déchets organiques et une double valorisation énergétique et matière des produits qui en sont issus : le biogaz et le digestat.

L'installation de méthanisation est décomposée ci-après par grandes étapes de production à savoir :

- le stockage et la préparation des substrats,
- l'étape de digestion proprement dite,
- la gestion et la valorisation du digestat produit d'une part,
- et le traitement et la valorisation du biogaz d'autre part.

3.2 STOCKAGE ET PREPARATION DES SUBSTRATS

La gestion des intrants est présentée dans le tableau ci-dessous, et détaillée dans les chapitres suivants :

	Désignation	Type d'intrant	Volume ou surface réel	Volume utile	est transféré vers
Ouvrages de réception					
Filière 1	Silos ensilage (STO1)	cultures dédiées et CIVE	4 000 m ²	16 000 m ³	Trémie T1 puis cuve de pré-mélange STO4
	Silos substrat solide (STO2)	Issues de céréales, drèche de brasserie	1 000 m ²	4 000 m ³	Trémie T1 puis cuve de pré-mélange STO4
	Fumière couverte (STO3)	Fumier de caprins	60 m ²	120 m ³	Trémie T1 puis cuve de pré-mélange STO4
	Cuve de pré-mélange (STO4)	Mélange intrants solide et digestat liquide	200 m ³	166 m ³	Digesteur
Filière 2	Cuves de stockage chauffées (STO5)	Glycérine	2 x 25 m ³	2 x 25 m ³	Digesteur
Filière 3	Stockage couvert substrats solides à hygiéniser (STO6)	Déchet de cuisine Refus de préparation Divers C3 Poudre de lait	/	/	Trémie T2 puis cuve tampon STO9
	Cuve de dépotage des substrats liquides à hygiéniser (STO7)	Blancs d'œufs Bacs à graisse Déchets liquides		50 m ³	Cuve tampon STO9
	Stockage eau de process (STO8)	Eaux souillées du site		600 m ³	Cuve tampon STO9
	Cuve tampon (STO9)	Mélange intrants à hygiéniser	m ³	100 m ³	Hygiénisation puis digesteur

Les différents stockages sont identifiés sur le plan des stockages disponible dans la partie 1 : Présentation du projet.

3.2.1 SUBSTRATS SOLIDES

3.2.1.1 STOCKAGE DES SUBSTRATS SOLIDES

Les Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique (CIVE) et les cultures dédiées seront stockées dans 4 silos couloirs STO1 de 1 000 m² chacun. Ils seront équipés de 3 murs de 3 m de haut en béton banché permettant ainsi d'avoir un volume de stockage d'environ 14 000 m³. Chaque silo sera bâché et indépendant concernant la gestion des lixiviats et des eaux de ruissellement. Ainsi, en fonction de l'utilisation ou non du silo, les eaux seront dirigées soit vers le bassin de stockage des eaux du process soit vers le bassin d'infiltration.

Les issues de céréales et les drèches de brasserie seront stockés dans un silo STO2 de 1000 m² équipé de 3 murs en béton banché de 3 m de haut. Le volume d'entreposage est d'environ 3 500 m³ mais une partie seulement sera utilisée.

Enfin, les fumiers caprins du GAEC du Parc de l'Erable et de l'EARL « les chèvres de l'Auxances » seront stockés au fur et à mesure sur la fumière STO3 (équipée de 3 murs en béton de 3 m) dont la superficie utile est de 100 m² permettant d'entreposer environ 90 t de fumier. L'ouvrage de stockage sera situé dans un bâtiment.

Le taux de matière sèche dans les intrants solides est de l'ordre de 39.3 %.

3.2.1.2 INCORPORATION DES INTRANTS SOLIDES

Ces substrats solides seront incorporés au fur et à mesure dans une trémie de 63 m³.

Un tapis convoyeur à l'extrémité de la trémie transporte la matière vers le bio-accélérateur Z, broyeur à marteaux et plaques. Le bio-accélérateur, grâce à la rupture de la structure cellulaire, peut ainsi traiter les substrats difficilement fermentescibles mais aussi diminuer le temps de séjour dans le digesteur.

Une fois préparée par la ligne de broyage, la matière solide est acheminée par vis dans la cuve de pré-mélange de 280 m³ utile où est effectuée la dilution avec le digestat liquide. Cette cuve de mélange est brassée et permet une éventuelle sédimentation des pierres et sables pour lesquels une extraction est prévue en fond de cuve.

Le taux de matière sèche dans la cuve de pré-mélange est de l'ordre de 15-16% de MS. Ainsi, le mélange peut être transféré vers la suite du process.

3.2.2 SUBSTRATS LIQUIDES

La glycérine (sous-produit de l'estérification du colza) sera stockée dans deux cuves extérieures de 25 m³ (STO4 brassées et chauffées car ce produit pourrait figer en hiver).

La glycérine sera directement envoyée dans le digesteur.

3.2.3 SUBSTRATS A HYGIENISER

L'hygiénisation est une étape importante pour certains substrats, qui doivent être maintenus pendant plus de 60 minutes à une température minimale de 70°C avant d'être injectés dans le digesteur.

L'ensemble des substrats solides collectés sont stockés sur une plateforme bétonnée (STO6) dans un bâtiment ferme avec traitement de l'air. Le stock est limité pour éviter la décomposition des substrats.

Les matières solides sont mises dans une trémie entièrement en acier Inox de 7 m³ permettant de les broyer et mélanger avant l'envoi dans une cuve tampon de 100 m³ recevant aussi les substrats liquides à hygiéniser.

Les déchets liquides à hygiéniser seront stockés dans deux cuves représentant un volume utile de 45 m³ chacune (STO7). Ces cuves seront connectées au biofiltre.

Les matières liquides seront ensuite envoyées dans la cuve tampon de 100 m³.

Le process d'hygiénisation requiert un taux maximal de matière sèche de 12 % pour assurer une agitation parfaite dans les cuves d'hygiénisation. Une dilution à l'eau est donc nécessaire dans la cuve tampon. Le volume global annuel à hygiéniser sera de 6 839 m³ (substrats à hygiéniser + eau).

La quantité à hygiéniser sera de 18,7 m³/jour. La durée d'un cycle (chargement, montée en température, maintien à 70°C pendant 1 h) étant de 5 h environ et le volume de la cuve étant de 10 m³, une seule

cuve suffit : elle sera sollicitée environ 10 h/jour. Cependant une deuxième cuve de 10 m³ sera prévue pour pallier toute défaillance de la première.

La chaleur nécessaire sera apportée par une chaudière à bruleur mixte biogaz et gaz naturel d'une puissance de 400 kW. La consommation thermique est estimée à 402 MWh pour hygiéniser les substrats concernés.

3.3 DIGESTION

La technologie de dégradation de la matière retenue pour l'unité de méthanisation est un système infiniment mélangé, c'est-à-dire en phase liquide, et avec le digesteur distinct du stockage de digestat.

Les caractéristiques des ouvrages de digestion sont présentées dans le tableau suivant :

Désignation	Digesteur	Post-digesteur
Type d'intrant	Intrants végétaux et hygiénisés	Digestat provenant du digesteur
Volume réel	3 692 m ³	3 185 m ³
Volume utile (= volume du ciel gazeux capacité vide)	3 263 m ³	2 814 m ³
Volume du ciel gazeux capacité pleine	1 843 m ³	1 479 m ³
Matériau	Cuve circulaire en béton de 6 m de haut + isolation + bardage acier. Toit à double-membrane	Cuve circulaire en béton de 6 m de haut + isolation + bardage acier. Toit à double-membrane
Diamètre	28 m	26 m
Equipements	Deux brasseurs verticaux + Deux brasseurs latéraux	Deux brasseurs verticaux + Un brasseur latéral
Temps de séjour moyen	64 jours	64 jours
Pression de rupture de la membrane	10 mbar	10 mbar

Les ouvrages de digestion sont situés dans une zone de rétention, réalisée par un merlon périphérique, de 7 000 m³ de capacité.

3.4 GESTION ET VALORISATION DU DIGESTAT

En sortie du post-digesteur, le digestat liquide est envoyé vers un séparateur de phases opérant avec une presse à vis.

Ce matériel permet de récupérer :

- Une phase solide riche en phosphore, stockée sur la plate-forme de stockage bétonnée STO10.
- Une phase liquide riche en nutriments, stockée dans deux fosses de stockage STO11 de 30 m de diamètre sur 6 m de haut, avec un toit simple membrane non étanche au gaz, et vers une cuve tampon pour la recirculation du digestat.

Les caractéristiques des stockages de digestat sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Type d'intrant	Volume réel	Volume utile	Est transféré vers
Ouvrages de stockage post-méthanisation				
Cuve tampon recirculation	Digestat liquide		25 m ³	Cuve de mélange substrat solide STO4
Stockage digestat liquide STO11	Digestat liquide	2 x 4 241 m ³	2 x 3 744 m ³	Plan d'épandage
Stockage digestat solide STO10	Digestat solide	1 600 m ²	5 120 m ²	Plan d'épandage

Les digestats liquides sont ensuite expédiées par camion, via l'aire de remplissage (qui est aussi l'aire de lavage des camions). Cette aire est reliée au bassin de rétention des eaux souillées.

3.5 TRAITEMENT ET VALORISATION DU BIOGAZ

Le biogaz sera produit à l'intérieur du digesteur et du post-digesteur. Le taux de méthane dans le biogaz est estimé à 57.1 %.

La pression à l'intérieur du digesteur, appliquée sur le toit à double membrane, est estimée entre 3 à 5 mbar en fonctionnement normal. Une baie d'analyse mesurera en continu la teneur en oxygène (O₂), en méthane (CH₄) et en sulfure d'hydrogène (H₂S) dans le biogaz.

3.5.1 DESULFURISATION

L'installation de méthanisation sera équipée d'une unité de désulfuration, afin de réduire la concentration en H₂S du biogaz dans le digesteur, afin de protéger le système de valorisation du biogaz. Pour cela, une injection d'oxygène sera réalisée directement dans le digesteur. Ce système permettra de garantir la quantité maximale d'oxygène dans les cuves pour d'une part, empêcher l'apparition d'une zone ATEX et d'autre part garantir une concentration maximale d'oxygène en sortie, tout en garantissant une désulfuration biologique performante. L'ensemble sera automatique et couplé au système d'alarme de l'installation.

L'air injecté sera utilisé par des bactéries qui dégradent l'H₂S en hydrogène et soufre élémentaire solide. Le soufre précipite alors sur le filet de désulfuration installé dans le ciel gazeux des cuves et finit par tomber dans le digestat.

De l'hydroxyde de fer sera également utilisé pour la désulfuration.

Le taux d'H₂S dans le biogaz en sortie de la désulfuration est de 250 ppm.

Le biogaz produit sera ensuite dirigé vers le poste d'épuration de biogaz.

Les caractéristiques de la canalisation de biogaz entre la digestion et l'épuration sont les suivantes :

- Réseau enterré ;
- Pression maximum de 5 mbar ;
- Débit de 215 Nm³/h ;
- Diamètre de canalisation : DN 200 ;
- Longueur : 50 m ;
- Température : 35 °C.

3.5.2 POSTE D'EPURATION DE BIOGAZ

Le biogaz sera ensuite épuré en biométhane par séparation CO₂/CH₄, via une technologie membranaire de perméation gazeuse (épuration sur deux filtres charbon actifs).

Le biogaz brut sera déshumidifié au préalable par refroidissement via un groupe froid. En effet, l'eau présente dans le biogaz va se condenser et être récupérée en point bas dans des puits à condensat. Le biogaz sera ainsi suffisamment sec pour la suite du traitement.

Le biométhane est ensuite transféré vers le poste d'injection GRDF situé en bordure de parcelle pour un accès direct depuis le domaine public. Le biométhane sera alors odorisé, contrôlé et compté avant injection dans le réseau de distribution de gaz naturel.

Les caractéristiques de la canalisation de biogaz entre l'épuration et le poste d'injection sont les suivantes :

- Réseau enterré ;
- Pression maximum de 7 bars ;
- Débit de 240 Nm³/h ;
- Diamètre de canalisation : DN 200 ;
- Longueur : 150 m ;
- Température : 30 °C.

3.6 INSTALLATIONS ET ACTIVITES CONNEXES – UTILITES

3.6.1 INSTALLATIONS DE COMBUSTION

La chaleur nécessaire à l'hygiénisation sera apportée par une chaudière à bruleur mixte biogaz et gaz naturel d'une puissance de 400 kW implantée dans un local container spécifique, en acier, équipé d'évent d'explosion et d'une détection gaz, de 6 m x 3.2 m de surface.

La chaufferie sera alimentée en gaz naturel depuis le réseau public via une canalisation enterrée, puis aérienne sur un tronçon limité en sortie de terre au niveau du local. Les caractéristiques de la canalisation de gaz naturel sont les suivantes : 200 mbar / 45 Nm³/h / DN 25.

3.6.2 RECUPERATION ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES

L'installation disposera de deux bassins de rétention :

- Un bassin de confinement des eaux d'extinction incendie de 313 m³ ;
- Un bassin de rétention des eaux souillées du site de 900 m³ : eaux de lavage provenant de l'aire de lavage camions, eaux de voiries ;
- Un bassin d'infiltration des eaux pluviales de 1 022 m³.

3.6.3 RECUPERATION ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX

L'installation disposera d'un biofiltre pour le traitement des odeurs.

Cette installation n'est pas définie à la date de rédaction de la présente étude, elle ne mettra pas en œuvre de matières dangereuses (pas d'acide sulfurique notamment).

3.6.4 TORCHERE

En cas de production de biogaz trop importante au regard de la capacité de stockage et de valorisation, ou en cas de panne des équipements en aval de la digestion, une torchère est prévue, avec un débit maximal de 600 Nm³/h.

Elle sera positionnée à 10 m des installations de stockage, et sera munie d'un dispositif anti-retour de flamme.

3.6.5 STOCKAGE DE PRODUITS CHIMIQUES

Les produits chimiques stockés sur le site sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Produit	Utilisation	Mode de stockage
Hydroxyde de fer	Abattement de H ₂ S par injection direct dans le digesteur	Sac de 25 kg, environ 100 kg stockés
Huile SAE 30	Lubrification machines	Fût de 200 litres sur rétention
Fuel	Carburant engins de manutention	Cuve aérienne double-paroi de 3000 L stockée dans le garage à l'entrée Nord du site

3.7 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

3.7.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

Les installations sont implantées sur les parcelles n°21, 22, 23 et 25 section YM de la commune de Migné-Auxances.

Les coordonnées Lambert 93 du site (au niveau de l'entrée) sont : X : 493041.54 ; Y : 6619426.40. L'altitude du site est de 125 m en moyenne.

La zone est à vocation agricole

Le voisinage immédiat (enjeux humains ou cibles en cas d'accident) est constitué principalement par :

- Au Nord : un silo de stockage TERRENA (présence d'une personne environ 5 jours par an selon MIGNE BIOMETHANE), la route départementale 347 (trafic de 14 660 véhicules/jour au niveau du rond-point) ;
- A l'Est : la rue de Saumur ;
- A l'Ouest : un chemin de halage, des parcelles destinées à l'agriculture ;
- Au Sud : parcelles destinées à l'agriculture.

L'habitation la plus proche se situe à 610 m au Sud-Est du projet.



Figure 1 : Limites de propriétés du site et riverain le plus proche

La zone constructible la plus proche se situe à environ 530 m au Sud du projet.

Les sites industriels les plus proches sont :

- JOUFFRAY DRILLAUD, à 1.5 km au Nord du projet. Etablissement SEVESO Seuil Haut pour du stockage de produits phytosanitaires. Les effets dangereux issus du site sont restreints au site industriel (pas d'effets hors des limites de propriétés) ;
- EURO AGRI, à 1.7 km au Nord-Ouest du projet. Etablissement soumis à autorisation sous la rubrique 2160 (silos de stockage de grains verticaux). D'après l'étude de dangers du site, disponible sur le site de la Préfecture de la Vienne, les effets dangereux du site n'impactent pas le terrain d'implantation du projet.

3.7.2 ENVIRONNEMENT NATUREL

L'environnement naturel est décrit dans la partie étude d'impact / état initial du dossier.

4 ORGANISATION GENERALE EN MATIERE DE GESTION DE LA SECURITE

4.1 DISPOSITIONS GENERALES ORGANISATIONNELLES

4.1.1 RECENSEMENT DES SUBSTANCES OU PREPARATIONS DANGEREUSES – GESTION DES INCOMPATIBILITES

Un inventaire permanent des stocks sera disponible permettant de connaître, à tout instant, la nature, les quantités et emplacements des produits stockés.

Les fiches de données de sécurité des produits stockés ou utilisés sur le site seront tenues à la disposition du personnel.

Les mesures techniques et organisationnelles prises permettront de garantir le respect des règles de compatibilité / incompatibilités des produits.

- Mesures techniques : Les produits seront stockés dans des cellules distinctes en fonction des dangers qu'ils présentent.
- Mesures organisationnelles : Les produits seront étiquetés ; le personnel sera formé au risque chimique.

4.1.2 ORGANISATION, FORMATION

Les besoins en matière de formation du personnel associée à la prévention des accidents seront identifiés. L'organisation de la formation ainsi que la définition et l'adéquation du contenu de cette formation feront l'objet d'un plan annuel.

Des exercices seront organisés périodiquement en liaison avec les services de secours.

En outre, chaque nouvel embauché bénéficiera d'une sensibilisation aux risques (incendie notamment).

4.1.3 MAITRISE DES PROCEDES, MAITRISE D'EXPLOITATION

Des procédures, des instructions ou consignes seront mises en œuvre pour permettre la maîtrise de l'exploitation des équipements dans des conditions de sécurité optimales. Les phases de mise à l'arrêt et de maintenance, même sous-traitées, feront l'objet de telles procédures.

4.1.4 GESTION DES MODIFICATIONS

Tout nouvel investissement ou modification importante des installations fera l'objet d'une analyse en termes d'hygiène et sécurité du personnel.

4.1.5 PLAN DE PREVENTION POUR ENTREPRISES EXTERIEURES

Sur le site, toute entreprise extérieure intervenant pour des travaux sera mise en garde des mesures à prendre pour éviter les risques :

- établissement d'un plan de prévention pour toute ouverture de chantier, réalisé par des entreprises extérieures conformément au décret n°92.158 du 20 février 1992 ;
- procédure de sécurité pour les entreprises extérieures travaillant dans l'enceinte du site qui précise les consignes générales préventives et les consignes d'alerte ;
- délivrance d'un permis de feu pour toute intervention d'entreprise devant travailler par point chaud (soudage, oxycoupage, meulage, perçage, polissage...). Le permis sera délivré par le Responsable Sécurité. Il sera également signé par le demandeur et l'exécutant. Les précautions à prendre avant le début des travaux y seront consignées clairement : enlèvement des matières combustibles, vidange et nettoyage des équipements pour enlever les poussières combustibles, nettoyage des charpentes, pose de bâches, etc. De plus, le personnel technique sera chargé d'inspecter le chantier en début et fin de travaux ;

- des protocoles de sécurité seront signés avec tous les transporteurs habituels.

4.1.6 ENTRETIEN ET MAINTENANCE DES INSTALLATIONS (PERIODICITE DES CONTROLE ET MAINTENANCE) – TRAVAUX

Les personnels travaillant sur le site devront avoir les habilitations nécessaires.

Les opérations de maintenance et d'entretien, permettant de conserver un haut niveau de sécurité et de bon fonctionnement des installations, seront contractualisées auprès de prestataires habilités.

L'ensemble des contrôles réglementaires exigés seront réalisés, tels que visite annuelle de contrôle des installations électriques, des extincteurs, des détecteurs, etc.

4.2 DISPOSITIONS GENERALES TECHNIQUES – MESURES DE SECURITE

4.2.1 CONTROLE DES ACCES – PROTECTION ANTI-INTRUSION

Pour limiter les risques d'intrusion et de malveillance, les mesures suivantes sont prises :

- détection anti-intrusion dans les bâtiments et pour le site, déclenchant une alarme sonore et visuelle, et intervention après relais télésurveillance ;
- terrain clôturé sur sa totalité sur une hauteur de 2 mètres environ ;
- fermeture quotidienne des portails ainsi que tous les accès aux bâtiments ;

En accord avec l'annexe 4 de l'arrêté du 10 mai 2000 reprise au § 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010, les risques liés à l'intrusion et à la malveillance ne sont pas retenus dans l'analyse des risques.

4.2.2 MESURES DE PREVENTION VIS-A-VIS DES RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

4.2.2.1 INVENTAIRE DES SOURCES D'IGNITION

La prévention du risque d'incendie et d'explosion passe par la maîtrise et le traitement des sources d'ignition.

Les sources d'ignition possibles et les mesures de prévention qui sont prises sur le site sont identifiées dans le tableau ci-dessous :

Sources d'ignition possibles	Mesures de prévention prises sur le site
Foudre	Le site sera protégé contre la foudre. L'analyse du risque foudre est jointe au présent dossier.
Travaux avec points chauds	Tous les travaux générateurs de points chauds seront soumis à permis de feu (consigne de sécurité).
Cigarettes, allumettes	Des contraintes très strictes seront prévues vis à vis des fumeurs avec une délimitation claire et bien identifiée des zones où il est autorisé de fumer. En dehors de ces zones, il sera strictement interdit de fumer.
Etincelle électrostatique	L'ensemble des installations fixes du site seront relié à la terre. Le port de vêtements et de chaussures antistatiques sera obligatoire dans les zones à risques d'explosion, définies par le zonage ATEX (définition à la charge du chef d'établissement).

Sources d'ignition possibles	Mesures de prévention prises sur le site
Incident d'origine électrique	Installations et matériels électriques conformes aux prescriptions de la norme NFC 15-100 « Installation électrique basse tension ». Installations contrôlées par un organisme extérieur une fois par an. Dans les zones à risques d'explosion (ATEX), utilisation de matériels antidéflagrants, à sécurité intrinsèque ou à sécurité augmentée. Contrôle électrique sera réalisé annuellement.
Certaines réactions chimiques / Certains procédés	Stockage des produits incompatibles dans des locaux ou cuvettes de rétention distincts (=> pas de mise en contact possible).
Système de chauffage	Les locaux sociaux seront chauffés électriquement. Les installations de digestion seront chauffées par une chaudière gaz située dans un local spécifique.
Imprudences, comportements dangereux	Formation du personnel et information / formation des intervenants extérieurs.

4.2.2.2 MESURES DE PREVENTION SPECIFIQUES AU RISQUE D'EXPLOSION

La maîtrise des risques d'explosion de gaz ou de vapeur dans l'atmosphère, nécessite :

- de minimiser les emplacements où peuvent apparaître des atmosphères explosives (tant en fréquence qu'en volume),
- de déterminer et classer ces emplacements pour éviter toutes sources d'allumage en particulier par le choix du matériel.

Les exigences de la directive européenne 1999/92/CE relative au risque d'explosion a été transcrites en droit français principalement par les décrets du 24 décembre 2002 et arrêté du 8 juillet 2003.

Les points clef de cette réglementation sont :

- le zonage des emplacements à risque d'explosion ;
- l'audit d'adéquation des équipements en place ;
- l'élaboration du « Document Relatif à la Protection contre les Explosions » (DRPE) pour garantir la pérennité des mesures techniques et organisationnelles mises en place complétant le « Document Unique ».

Cette réglementation est applicable à l'ensemble du site en projet.

Une analyse des risques ATEX de l'établissement avec zonage sera réalisée par le chef d'établissement dans le cadre du projet.

- Les zones à risques, telles que déterminées par le chef d'établissement, seront construites conformément aux prescriptions réglementaires (parois coupe-feu, ventilation adéquate).
- Elles seront signalées par la signalisation réglementaire.
- Les matériels électriques et non électriques installés ou utilisés dans les zones identifiées seront choisis de façon à être conforme au type de zone.

La minimisation des zones à risques d'explosion passe notamment par une ventilation adaptée. A ce titre, les locaux dans lesquels une atmosphère explosive est susceptible de se former, soit en fonctionnement normal, soit en cas d'accident (fuite de gaz dans la chaufferie ou l'unité d'épuration de biogaz), seront convenablement ventilés.

A ce titre, une ventilation mécanique sera mise en place dans le local de l'unité d'épuration de biogaz, avec deux vitesses de ventilation (ventilation forcée en cas de détection gaz dans le caisson).

La chaufferie sera ventilée mécaniquement (débit de 5 000 m³/h).

Le ciel gazeux des installations de digestion fera l'objet d'un contrôle en taux d'oxygène toutes les heures, ainsi que CH₄, O₂, H₂S, CO₂.

Le zonage prévisionnel des installations est le suivant (groupe de gaz IIA et classe de température T1) :

Poste d'injection (selon document GRDF) :

- Zone 2 de 2 m autour des événements
- Zone 2 de 1 m autour des portes des locaux

Poste d'épuration biogaz (selon document fournisseur AROL) :

- Point de rejet CO₂ :
 - Zone 0 de 1 m créée par le rejet continu de l'analyseur de gaz
 - Zone 1 de 3 m créée lors des raccordements temporaires des purges lors d'opération d'inertage
 - Zone 2 de 5 m par les soupapes de sécurité
- Unité de purification :
 - Zone 2 de 1 m autour des éléments avec pression < 500 mbars
 - Zone 2 de 1.5 m autour des éléments avec pression > 500 mbars
 - Zone 2 de 1.5 m autour du refoulement ventilation
 - 1 m autour des portes containers
 - 5 m autour du point de rejet soupapes de sécurité

Autres installations :

- Zone 1 de 4 m de rayon au niveau de la soupape des digesteurs,
- Zones 2 de 1 m de rayon autour des différents points de dégagement présentés ci-dessous :

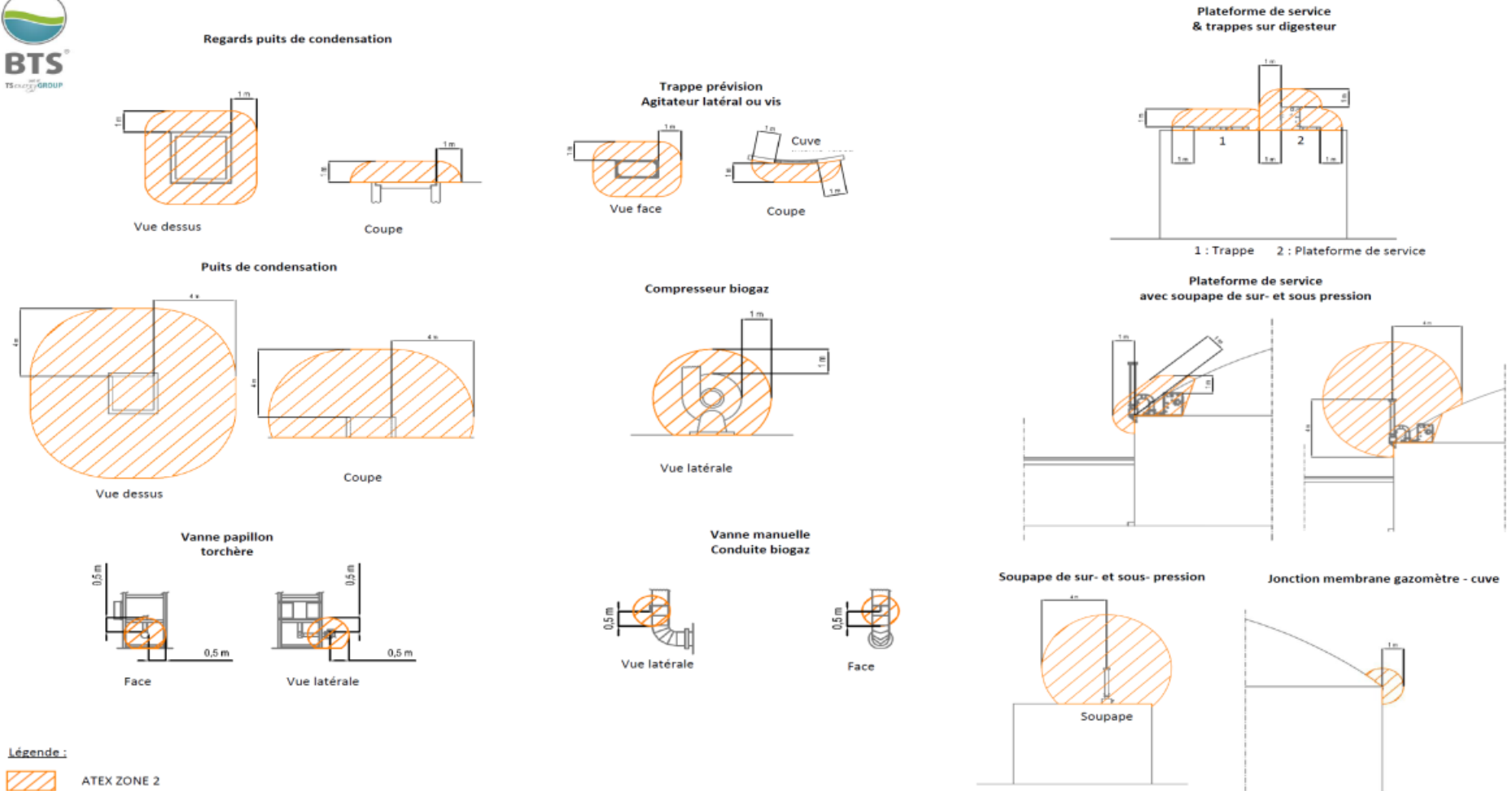


Figure 2 : Représentation des zones ATEX attendues autour des principales sources de dégagement (source : BTS)

4.2.3 MESURES DE DETECTION, DE PROTECTION ET DE LIMITATION DES RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

Un début d'incendie peut être maîtrisé rapidement :

- par une détection adaptée ;
- par une intervention rapide et efficace des secours.

Les risques d'explosion peuvent être limités :

- par une détection adaptée ;
- par une ventilation adaptée.

4.2.3.1 DETECTION INCENDIE

Le local de commande sera équipé d'un détecteur de fumée, avec transmission d'une alarme sonore et d'un message au personnel d'astreinte.

Le poste d'épuration de biogaz sera équipé d'une détection incendie avec report d'alarme et procédure automatique d'arrêt de l'unité.

Le poste d'injection de biométhane sera également équipé d'une détection incendie avec report d'alarme et fermeture des vannes d'alimentation gaz en amont.

Toute détection déclenchera une alarme avec report immédiate à la télésurveillance.

4.2.3.2 MOYENS D'EXTINCTION

Le site disposera d'extincteurs en quantité suffisante et répartis sur le site selon le risque présent.

Une citerne souple de 180 m³ sera installée à l'entrée du site avec une aire de manœuvre pour les engins de défense incendie.

Le site disposera également d'un bassin de rétention de 330 m³ pour collecter les eaux d'extinction incendie souillées.

4.2.3.3 DETECTION GAZ

Le poste d'épuration du gaz sera équipé de deux détecteurs de méthane et d'un détecteur de H₂S.

Le local chaufferie sera équipé de détecteurs de gaz : un détecteur méthane (alarme à 20% de la LIE, coupure à 40% de la LIE) et un détecteur H₂S.

4.2.3.4 VENTILATION DES LOCAUX A RISQUE D'EXPLOSION

Une ventilation mécanique sera mise en place dans le local de l'unité d'épuration de biogaz, avec deux vitesses de ventilation (ventilation forcée en cas de détection gaz dans le caisson).

La chaufferie sera ventilée mécaniquement (débit de 5000 m³/h).

4.2.4 MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LES RISQUES LIES AUX OPERATIONS DE MANUTENTION OU LIES A LA CIRCULATION INTERNE

4.2.4.1 CAUSES POSSIBLES

En raison de la circulation de camions et de trains sur le site, il existe un risque d'accident (collision) entre deux véhicules ou entre un véhicule et un autre équipement (digesteur, ...).

4.2.4.2 MESURES DE PREVENTION

La limitation des risques d'accident liés aux opérations de manutention ou liés à la circulation sur le site en général passe par :

- L'éloignement entre les cellules de stockage d'intrants et sortants et les installations de digestion et de valorisation du biogaz ;
- la formation du personnel ;
- le respect des règles de conduite (vitesse, priorités, circulation sur les voies réservées, ...) ;
- le respect des règles de chargement – déchargement (utilisation des emplacements dédiés, manutention sécurisée,...).

4.2.4.3 MESURES DE PROTECTION

Les mesures de protection seront la protection des tuyauteries et des équipements pouvant être endommagés en cas de collision.

4.2.5 MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION VIS-A-VIS DU RISQUE DE POLLUTION DES EAUX ET DU SOL

4.2.5.1 CAUSES POSSIBLES

Les causes possibles de pollution des eaux et du sol seraient liées :

- à une fuite/déversement de produit au niveau d'une zone de stockage, lors d'une opération de dépotage ou de manutention, au niveau d'un équipement ;
- aux eaux de ruissellement sur sols souillés ;
- aux eaux d'extinction incendie.

entraînant :

- un épandage accidentel de produit dangereux dans l'environnement (via le réseau eaux pluviales) ;
- puis une pollution des eaux et sols.

4.2.5.2 MESURES DE PREVENTION OU DE PROTECTION

Les mesures de prévention ou de protection qui seront prises sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Evénement redouté	Evénement élémentaire	Mesures de prévention ou de protection
Epanchage accidentel de produit	Fuite produit au niveau des zones de stockage	Les installations de digestion et stockage des digestats seront disposées dans une fosse de rétention d'un volume de 7 000 m ³ . Les eaux de ruissellement des zones de stockage d'intrants solides à ciel ouvert seront recueillies par le bassin étanche process dédié de 900 m ³ .
	Fuite produit lors d'une opération de dépotage ou de manutention	Un réseau collectera les eaux pluviales de voiries. Ces eaux seront stockées dans les différents bassins de rétention réparties sur le site.

Evénement redouté	Evénement élémentaire	Mesures de prévention ou de protection
Eaux de ruissellement sur sols souillées (traces hydrocarbures, boues, ...)	-	Un réseau collectera les eaux pluviales de voiries. Ces eaux seront dirigées après passage dans un séparateur d'hydrocarbures, vers le bassin de rétention des eaux d'extinction incendie puis le bassin d'infiltration de 1 000 m ³ .
Eaux d'extinction incendie	-	Les eaux d'extinction incendie seront collecter par le même réseau que celui des eaux pluviales de voiries et stockées dans le bassin de 330 m ³ dédié.

5 ACCIDENTOLOGIE – RETOUR D'EXPERIENCE

Dans ce paragraphe sont recensés et analysés les accidents survenus sur des installations similaires.

Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les type de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets et les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leur conséquences.

5.1 ACCIDENTS SURVENUS SUR DES INSTALLATIONS SIMILAIRES

5.1.1 RETOUR ACCIDENTOLOGIQUE DE L'INERIS

Le rapport d'étude de l'INERIS n°17-163622-11458A de février 2018 présente un retour accidentologique sur les installations de méthanisation agricoles.

L'analyse par l'Ineris des incidents et accidents recensés par mots clés (digestat, méthanisation, biogaz, H2S) dans la base de données descriptives ARIA du BARPI* aboutit à l'identification de 86 évènements sur une période de 1992 à 2017 [68 cas en France, 18 cas à l'étranger (14 en Allemagne, 1 en Italie, 1 en Suisse, 1 en Autriche, 1 en G-B)].

Ces 86 évènements ont eu lieu dans des types variés d'unités de méthanisation : **agricole (n°ARIA cités en gras ci-après)**, territoriale, industrielle et station d'épuration urbaine. Ils correspondent aux situations incidentelles et accidentelles suivantes.

Emissions gazeuses ou fuite de biogaz pour 39 cas recensés / rejet ou fuite de matières pour 10 cas recensés :

- Fuites de biogaz sur une canalisation (n°44662), de vannes / joint (n°43522, n°44307, n°47799).
- Arrachement de conduite de biogaz (n°42731).
- Fuite de biogaz du digesteur (n°29407, 42923).
- Débâchage ou déchirure de membrane souple (**n°40476, n°47764**).
- Relargage de biogaz à la soupape de sécurité du digesteur suite à dysfonctionnement de la torchère (n°42739, n°47808).
- Emissions de NH3 lors de la phase de stockage et de maturation du digestat (n°48883).
- Fuite de digestat et pollution de ruisseau (**n°42341**).
- Pollution aquatique suite à déversement de 400 000 l de lisier (**n°42315**).
- Déversement au sol de 5 000 L de lisiers suite à une défaillance d'une pompe par trop plein de remplissage d'une cuve à lisier (**n°42317**).
- Pollution aquatique suite à un écoulement de jus d'intrants (**n°46437**), suite à rupture d'un réservoir de lisier (n°42319).
- Débordement lié à un moussage dans un digesteur agricole (**n°49169**).
- Défaillance d'un joint sur une vanne provoquant le déversement de 1 600 m³ de substrat de fermentation de maïs d'une unité de production de biogaz (n°42320).
- Perte d'étanchéité du digesteur suite à usure prématurée de type corrosion chimique (n°41671, n°49287)...

Incendie pour 18 cas recensés :

- Incendie dans un silo de stockage de levure (**n°42321**).
- Incendie dans deux digesteurs agricoles (**n°42342**).
- Incendie d'origine malveillante (incendie volontaire) dans un hangar contenant des intrants (**n°47601**).

- Incendie d'origine électrique dans un local technique (n°45489, n°48605).
- Incendie d'une turbine de la centrale de cogénération (n°49015)...

Explosion et/ou éclatement physique pour 15 cas recensés :

- Explosion d'une cuve de stockage de biogaz (n°42322).
- Explosion suivie d'un incendie se produit dans l'unité de méthanisation d'une ferme laitière (n°42325).
- Explosion d'un digesteur en phase de démarrage (n°42314).
- Eclatement de 2 digesteurs (n°32040) en cours de mise en service.
- Explosion de digesteur suite à travaux (n°46329, n°11345).
- Suppression dans le corps des digesteurs suite à un défaut de fonctionnement de la torchère et des soupapes de sécurité, dus au gel (n°42739)...

Intoxication du personnel à des émanations d'H2S pour 7 cas recensés :

- Formation d'H2S par mélanges de déchets incompatibles (n°21081).
- Décès et intoxication à l'H2S d'opérateurs lors du nettoyage d'une fosse à lisier (n°43729).
- Emanations d'H2S dans une usine de production de biogaz (n°15747, n°28200, n°31000).
- Chute mortelle d'un salarié dans une fosse à déchets suite à intoxication à l'H2S (n°32381).

Les conséquences par ordre d'importance sont des dommages matériels importants (26 cas), la pollution de l'air (25 cas de rejet de biogaz à l'atmosphère), la pollution des sols (19 cas de rejet ou fuite de digestat), la pollution aquatique (10 cas de pollution de cours d'eau suite au rejet ou fuite de digestat au sol) et des intoxications à l'H2S (7 cas avec principalement des blessés et plusieurs décès).

Les principaux équipements impliqués sont le digesteur, les vannes et tuyauteries, les fosses et cuves, le système de contrôle et de commande (défaillance du système de commande ou des capteurs associés) et les dispositifs de rétention (non étanchéité ou absence de tels dispositifs).

Les causes premières sont principalement dues aux défaillances et pannes d'équipements (60 %), aux erreurs opérateurs (20 %), aux agressions externes (15 % : vent, gel...), aux erreurs de sous-traitants (3 %) et aux réactions non contrôlées de formation d'H2S suite à des mélanges d'intrants dans des fosses et cuves (2 %).

Les causes profondes sont principalement liées à un défaut ou à une insuffisance de la conception et des spécifications techniques (27 %), de l'entretien et de la maintenance (23 %), de l'encadrement de l'exploitation (20 %), de l'analyse de risques (20 %) et de la formation des opérateurs (10 %).

5.1.2 CONSULTATION DE LA BASE ARIA

L'accidentologie relatée ci-après résulte de la consultation de la base ARIA du BARPI (Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie et du Développement durable – France).

La recherche a porté sur les mots ou expressions clés suivants :

- Méthanisation agricole

Le tableau page suivante présente les accidents les plus représentatifs recensés sur cette période.

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

N° BARPI Date	Localisation	Description	Potentiel de danger associé	Cause identifiée de l'accident	Conséquences sur env. humain & naturel	Principales mesures mises en œuvre par MIGNE BIOMETHANE
<p>N° 50072 21/06/2017 E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux</p>	<p>- FRANCE - 29 - PLOUEDERN</p>	<p>Dans une usine de méthanisation de déchets agricoles, un réservoir, utilisé pour stocker et mélanger les matières avant leur introduction dans le digesteur, déborde. A 7h30 lors de leur arrivée, des employés constatent la fuite. Ils augmentent alors le débit de transfert vers le digesteur pour faire baisser le niveau du réservoir. Une partie du liquide déversé s'écoule sur le sol cimentée et 10 m³ de liquide sont récupérés à l'aide de seaux. Ils sont réinjectés dans le réservoir. Les dernières traces sont ramassées après séchage. Une autre partie du liquide déversé s'est infiltrée dans le sol. L'exploitant fait excaver la zone. La terre extraite est mise à composter.</p> <p>Le débordement du réservoir est dû à un phénomène de moussage suite à l'introduction, la veille, de 25 t de drêches de céréales en une seule fois. Ce type de déchets n'a jamais été reçu auparavant. La formation de mousse a été amplifiée par la température importante dans le réservoir. La veille, vers 16h30, le capteur de niveau haut du réservoir avait déclenché l'alarme. La mise en marche forcée de l'agitateur avait permis de résoudre temporairement le problème. Pendant la nuit, l'alarme s'est de nouveau déclenchée malgré le maintien en service de l'agitation. L'opérateur de permanence n'a pas augmenté les injections de substrat vers le digesteur et ne s'est pas rendu sur place. Le débordement est survenu au cours de la nuit.</p> <p>Après cet incident, l'exploitant décide d'introduire ce type de déchets par petites quantités, en surveillant la réaction du contenu du réservoir. La vigilance des opérateurs par rapport aux alarmes est renforcée.</p>	<p>Cuve de pré-mélange</p>	<p>Formation de mousse due à la nature des intrants et une température élevée</p>	<p>Pollution du sol (excavation)</p>	<p>Surveillance de la température et des intrants Formation du personnel au respect des consignes et procédures</p>

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

N° BARPI Date	Localisation	Description	Potentiel de danger associé	Cause identifiée de l'accident	Conséquences sur env. humain & naturel	Principales mesures mises en œuvre par MIGNE BIOMETHANE
<p>N° 51342 04/04/2018</p> <p>A01.50 - Culture et élevage associés</p>	<p>FRANCE - 89 - SAINT-FARGEAU</p>	<p>Dans une exploitation agricole, une explosion suivie d'un incendie se produit à 15h30 au niveau du gazomètre du post-digester de l'unité de méthanisation. Les employés sécurisent l'installation et alertent les pompiers. Ces derniers éteignent l'incendie. Les eaux d'extinction sont collectées dans le post-digester. Le gazomètre est hors d'usage, les câbles d'alimentation des agitateurs sont fondus et l'étanchéité de tête de voile est endommagée.</p> <p>La production de biogaz et sa valorisation énergétique se poursuivent sur la partie digester. Le post-digester n'étant plus disponible, un traitement complémentaire du biogaz doit toutefois être réalisé pour préserver le bon état du cogénérateur (ajout d'hydroxyde de fer).</p> <p>Une entreprise sous-traitante réalisait la maintenance de l'agitateur de la cuve de post-digestion (2 500 m³). Le post-digester avait été dégazé puis débâché et l'agitateur avait été remonté à 9h50. L'explosion s'est produite lors du test initial de fonctionnement de l'agitateur, avant remplacement de son hélice. D'après le bureau d'étude ayant analysé l'accident pour l'exploitant, un défaut d'installation de l'agitateur serait à l'origine de l'incident. Le système de supportage de l'agitateur n'était pas relié à la terre du site sur sa carcasse métallique. Lors de la coupure de son alimentation électrique, la masse de l'agitateur s'est déchargée sur le système de guidage de l'agitateur provoquant un arc électrique. L'arc a agi comme source d'ignition et d'inflammation de la zone ATEX. Les contrôles réalisés par les organismes certifiés lors de la visite initiale et lors des visites périodiques n'avaient pas permis de déceler l'erreur.</p>	<p>Post-digester</p>	<p>Mauvaise mise à la terre de l'agitateur</p>	<p>Pas d'effets hors site</p> <p>Eaux d'extinction incendie récoltées dans le post-digester</p>	<p>Ensemble des équipements installés en zone ATEX certifiés</p> <p>Mise à la terre des équipements</p> <p>Vérification à l'installation et vérification périodique</p>

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

N° BARPI Date	Localisation	Description	Potentiel de danger associé	Cause identifiée de l'accident	Conséquences sur env. humain & naturel	Principales mesures mises en œuvre par MIGNE BIOMETHANE
<p>N° 49169 21/01/2017</p> <p>D35.11 - Production d'électricité</p>	<p>FRANCE - 56 - ARZAL</p>	<p>Dans une unité de méthanisation agricole, un phénomène de moussage intempestif se produit au niveau du digesteur. La mousse déborde dans les fosses de l'unité. Le merlon de rétention n'étant pas terminé, 20 m³ de mousse s'écoulent et polluent un ruisseau en contrebas. Une alarme se déclenche à 4h30. L'exploitant utilise un produit dédié afin de stopper le phénomène de moussage dans le digesteur. Deux barrages sont installés sur le ruisseau. L'exploitant envoie de l'eau pour diluer la pollution. Il pompe 130 m³ au niveau des 2 barrages dont 75 m³ d'eau claire utilisée pour le nettoyage.</p> <p>Le froid est à l'origine de l'accident. L'eau de condensation, contenue dans le circuit d'air comprimé assurant le maintien et l'étanchéité de la bâche du digesteur, a gelé. Les soupapes de sécurité des fosses de l'unité de méthanisation se sont bloquées entraînant une montée en pression jusqu'à ce que la bâche s'arrache. La réaction se déroulant au sein du digesteur est alors passée en mode aérobie et la formation de mousse s'est amplifiée jusqu'à provoquer un débordement.</p> <p>Suite à l'accident, l'exploitant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • met en place un merlon de terre afin de bloquer tout débordement ; • met en place du glycol dans les soupapes de sécurité pour éviter le gel ; • met en place un système de purge automatique en bout de circuit pneumatique. 	<p>Digesteur</p>	<p>Moussage lié au gel des soupapes de sécurité</p>	<p>20 m3 de mousse dans le ruisseau</p>	<p>Digesteur implanté dans une rétention</p> <p>Mise en fonctionnement de l'installation une fois l'ensemble des travaux achevé</p> <p>Dispositif antigel sur les soupapes</p>

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

N° BARPI Date	Localisation	Description	Potentiel de danger associé	Cause identifiée de l'accident	Conséquences sur env. humain & naturel	Principales mesures mises en œuvre par MIGNE BIOMETHANE
N° 42341 28/06/2010 A01.50 - Culture et élevage associés	ALLEMAGNE - 00 - DORFEN	<p>Une pollution du VILS et de 2 ruisseaux affluents est découverte vers 14h30 par un voisin d'une installation de méthanisation (biogaz agricole) située à 3 km. La pollution se caractérise par une odeur nauséabonde de lisier et une importante mortalité de poissons sur 6km. La soixantaine de pompiers mobilisée met en place des barrages de paille sur les cours d'eau. Les agriculteurs voisins aident à récupérer le lisier et à l'épandre dans les champs voisins. Des centaines de poissons morts sont récupérés. La police de l'eau constate les dommages sur la faune et la flore et effectue une enquête. L'agriculteur aurait vidé le contenu d'une des deux grandes cuves de fermentation et versé le liquide dans une fosse de sable à 300 m de sa ferme. Puis une pompe automatique aurait déclenché le transvasement de la seconde cuve vers la première, plus petite, entraînant le débordement de 1 000 m³ de substrat dans un champs puis jusqu'au ruisseau. La fosse de sable ayant également contribué à la pollution est curée. Une pollution d'un des ruisseaux s'était déjà produite 2 mois plus tôt à quelques kilomètres sur une installation similaire, à cause d'une erreur technique.</p>	Capacités de digestion	Débordement de cuve suite à pompe non contrôlé	Pollution de ruisseau et mortalité piscicole	Capacités de digestion situées dans des rétentions
N° 40476 25/03/2011 A01.41 - Élevage de vaches laitières	FRANCE - 59 - SOMAIN	<p>Dans un élevage agricole venant d'être équipé d'une unité de méthanisation, la bâche recouvrant le post-digesteur se déchire, libérant un nuage malodorant de méthane et d'ammoniac.</p> <p>L'accident découle d'une erreur de conception : le filet maintenant la géomembrane du post-digesteur n'assure pas son rôle. Le maître d'oeuvre décide alors, en attendant de remplacer le filet par un plancher, de gonfler d'air la bâche qui se déchire. L'installation de combustion de biogaz du site n'étant pas encore reliée au réseau au moment de l'accident, le méthaniseur n'aurait pas dû être alimenté en lisier, ce qui aurait évité tout rejet.</p> <p>A la suite de l'accident, un plancher remplace le filet de soutien de la bâche qui est également remplacée.</p>	Post-digesteur	Déchirement de la bâche suite à défaillance du filet	Conséquences limitées (pas d'inflammation du nuage)	Filet de soutien de la bâche

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

N° BARPI Date	Localisation	Description	Potentiel de danger associé	Cause identifiée de l'accident	Conséquences sur env. humain & naturel	Principales mesures mises en œuvre par MIGNE BIOMETHANE
N° 45489 13/06/2014 A01.61 - Activités de soutien aux cultures	FRANCE - 10 - DAMPIERRE	<p>A 5 h l'exploitant perçoit l'alarme d'arrêt du moteur de cogénération de son installation de méthanisation. Se rendant sur place, il constate un départ de feu sur le compteur électrique de réinjection vers le réseau. Ayant reçu une formation de la part des secours, il éteint le sinistre. Les dégâts sont limités au compteur. L'unité de méthanisation et les moteurs se sont mis en sécurité. Le compteur est remplacé.</p> <p>Une anomalie de branchement pourrait être à l'origine du sinistre.</p>	Poste d'injection biométhane	Anomalie de branchement	Conséquences limitées	Détection incendie dans le poste avec arrêts de l'injection et fermeture des vannes d'alimentation biométhane en amont

5.2 SYNTHÈSE

Les accidents principaux relevés pour les installations de méthanisation agricole sont les suivants :

- Déversement accidentel de produits dans l'environnement,
- Fuite de biogaz, avec feu de nuage ou explosion,
- Explosion ou éclatement physique d'une capacité.

6 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

6.1 DANGERS LIES AUX PRODUITS

6.1.1 METHODOLOGIE

Les dangers liés aux produits dépendent de trois facteurs :

- de la nature du produit lui-même et de ses caractéristiques dangereuses d'un point de vue toxicité, inflammabilité, réactivité ;
- de la quantité de produit mise en jeu ;
- des conditions (pression, température) de stockage ou/et de mise en œuvre.

L'identification des dangers liés aux produits est réalisée via une analyse :

- des fiches de données de sécurité (FDS) ;
- de l'étiquetage des produits (phrases de risques notamment) ;
- des données toxicologiques disponibles ;
- des incompatibilités ;
- des retours d'expérience ;
- ainsi que des conditions de stockage et mise en œuvre (conditions nominales et transitoires).

6.1.2 DANGERS LIES AUX PRODUITS SUSCEPTIBLES D'ETRE STOCKES

Le tableau ci-après présente les dangers liés aux produits rencontrés sur le site :

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Nom du produit	Quantité présente et conditionnement	Composant(s) dangereux	Propriétés	Mentions de danger (CLP)	Nature des dangers	Matières à éviter	Recommandations pour le stockage
Huile de lubrification SAE 30	Fût de 200 litres		Etat : liquide Produit inflammable et combustible s'il est chauffé Point éclair > 170°C	Aucune		Acides forts Agents oxydants	Température maximum d'utilisation : 70°C Prendre des précautions pour éviter tout dégagement dans l'environnement Température maximale de conservation : 45°C
Gazole Non Routier	Cuve aérienne double paroi de 3000 litres	Gazole	Etat : liquide Densité (eau=1) : 0,86 Pratiquement non miscible dans l'eau Point éclair ≥ 55 °C LII : 0,5 % LSI : 5%	H226 H304 H315 H332 H351 H373 H411	Incendie Explosion Pollution	Agents oxydants forts Acides forts Bases fortes Halogènes	Prévenir l'accumulation d'électricité statique Prévenir la pollution des eaux et des sols
Biogaz	Produit par les capacités de digestion Pression 5 mbars en sortie digesteur, et 7 bar en sortie épuration	Méthane (CH ₄) à 57.1%	Etat : gaz Inflammable Point de fusion : 182°C Point d'ébullition : 161°C Densité (air=1) : 0,53 Non miscible dans l'eau T° d'auto-inflammation : 535 °C LIE : 5 % LSE : 15 %	H220	Toxicité Incendie Explosion Pollution	Oxydants.	Manipulation : Equipement mis à la terre. Maintenir à l'écart de toute source d'inflammation.
		H ₂ S	Toxique Inflammable Densité (air=1) : 0,53 Non miscible dans l'eau T° d'auto-inflammation : 260 °C LIE : 4.3 % LSE : 46 % Concentration gaz épuré : 250 ppm	H220 H330 H400			
Hydroxyde de fer	sous forme de sac, 25 kg, environ 100 kg stocké		Etat : solide	H319 H315 H335	Pas de dangers pour l'extérieur du site	Carbures Chloroformates Acides forts Aluminium Magnésium Peroxydes	Conserver dans un endroit frais, sec et bien ventilé Eviter le contact avec l'humidité
Matières entrantes et digestats solides	5 silos couloirs de 1000 m ² à l'air libre 60 m ² de fumière dans le bâtiment technique		Intrants solides : siccité entre 30 et 35%% => forte teneur en eau		Incendie (auto-échauffement) Pollution		Teneur en eau importante : pas de dangers lié à un départ de feu sur produit solide
Matières entrantes et digestats liquides	2 cuves de 25 m ³ de graisse glycérine Cuve tampon de 100 m ³		Polluants		Pollution		

6.1.3 DANGERS LIES AU BIOGAZ

Nous allons examiner ci-après les caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des deux principaux constituants du biogaz, à savoir le méthane et le dioxyde de carbone.

Le méthane (CH₄), constituant principal du « gaz naturel » est un gaz extrêmement inflammable produit naturellement par la décomposition de la matière organique en milieu privé d'oxygène. Il est inodore à l'état pur, et plus léger que l'air (densité relative : 0,55).

Le dioxyde de carbone (CO₂) est présent naturellement dans l'atmosphère en très faible quantité. C'est un produit chimique non inflammable, produit par la respiration des organismes vivants et par la combustion du carbone (pétrole, gaz naturel, charbon, bois...) ; sa valeur limite d'exposition est de 9000 mg/m³. En milieu confiné, le dioxyde de carbone, tout comme le méthane, peut provoquer l'asphyxie par réduction de teneur en oxygène de l'air.

Pour le biogaz avec une composition CH₄-CO₂ à environ 60%-40% les limites inférieures et supérieures d'explosivité du biogaz sont les suivantes :

CH ₄ -CO ₂ (%V/%V)	LIE (%V /v CH ₄)	LSE(%V /v CH ₄)	Densité dans l'air
60-40	5.1	12.4	0.94

Limites d'inflammabilité relative à la composition du biogaz (source INERIS)

Quant à l'H₂S, il est caractérisé par une odeur désagréable d'oeuf pourri. C'est un gaz incolore, acide et toxique, contenu dans les émissions liées à la décomposition de la matière organique, et notamment dans le biogaz brut issu de la méthanisation.

En termes de toxicité aiguë de l'H₂S, son inhalation accidentelle provoque fréquemment des intoxications graves.

Pour une concentration en hydrogène sulfuré :

- supérieure à 1 000 ppm, le décès survient de façon très rapide en quelques minutes ;
- de 500 ppm, une rapide perte de connaissance est suivie d'un coma parfois convulsif, accompagné de troubles respiratoires (dyspnée et cyanose), d'un oedème pulmonaire, de troubles du rythme cardiaque (brady- ou tachycardie, fibrillation) et de modifications tensorielles (hypotension le plus souvent)
- de 100 ppm, une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires se traduit par une conjonctivite, une rhinite, une dyspnée, voire un oedème pulmonaire retardé

Ces accidents apparaissent au cours d'opérations aussi différentes que l'inspection visuelle intérieure d'un réservoir, le curage d'une cuve ou le décolmatage d'une canalisation.

La teneur en H₂S du biogaz du projet après injection d'O₂ et traitement d'épuration est de 250 ppm.

En synthèse, les risques liés à la nature chimique du biogaz est donc principalement les risques liés à l'inflammabilité du méthane et au risque associé de formation d'un mélange explosible (effets de surpression et thermiques) et dans une moindre mesure à la toxicité de l'H₂S lié à la décomposition de matières organiques et contenu dans le biogaz.

6.1.4 GESTION DES INCOMPATIBILITES – REGLES DE STOCKAGE

Les produits incompatibles seront stockés à des endroits différents, notamment le gasoil et l'hydroxyde de fer, stockés dans le garage séparément et en respectant une distance d'éloignement pour éviter le contact entre les produits.

6.2 DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS / ACTIVITES CONNEXES / UTILITES

Dans ce paragraphe sont recherchés et identifiés les principaux potentiels de dangers ou évènements redoutés liés aux différentes phases opératoires de réception et de méthanisation des déchets non dangereux extérieurs, en considérant les conditions nominales, les conditions transitoires (maintenance, ...) et les conditions dégradées (dérives).

Le tableau ci-après récapitule les principaux potentiels de dangers de ces procédés et/ou installations.

Procédé	Equipement	Phase opératoire	Produit	Conditions opératoires et quantité	Principaux événements redoutés
Réception des déchets non dangereux	Cellules de stockage	Stockage		A l'air libre ou dans un bâtiment ventilé	Auto-échauffement Potential de dangers négligeable : stockage tassé et bâché et teneur en eau importante des matières solides
Digestion	Digesteur et post-digesteur	Fermentation	Biogaz : Méthane et H2S	Ouvrages fermés	Explosion de biogaz en espace confiné suite à entrée d'air et ignition Fuite de biogaz / Explosion à l'air libre / Effets thermiques + toxiques + surpression
	Lignes biogaz	Transfert de biogaz	Biogaz : Méthane et H2S	Pression 5 mbar	Fuite sur tuyauterie biogaz / Jet enflammé – Flash-Fire – Explosion si source d'ignition
	Torchère	Elimination du biogaz excédent	Biogaz : Méthane et H2S		Rejet de gaz imbrûlé à l'atmosphère / Jet enflammé – Flash-Fire – Explosion si source d'ignition
Epuration du biogaz	Unité d'épuration	Epuration du biogaz	Biométhane et biogaz	Pression à 7 bar en sortie Débit limité par le compresseur	Fuite sur tuyauterie biogaz en espace confiné / Jet enflammé – Flash-Fire – Explosion si source d'ignition
Utilité chauffage	Chaufferie gaz naturel et biogaz	Chauffage	Biogaz et gaz naturel	Pression 200 mbar Circuit soudé en majeure partie et enterré Vanne de coupure au niveau du local	Fuite sur tuyauterie biogaz / Jet enflammé – Flash-Fire – Explosion si source d'ignition Potential de dangers négligeable : faible pression, circuit soudé en majeure partie, installation éloignée des limites de propriétés

6.3 CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGERS

La cartographie des potentiels de dangers du site est présentée ci-dessous :

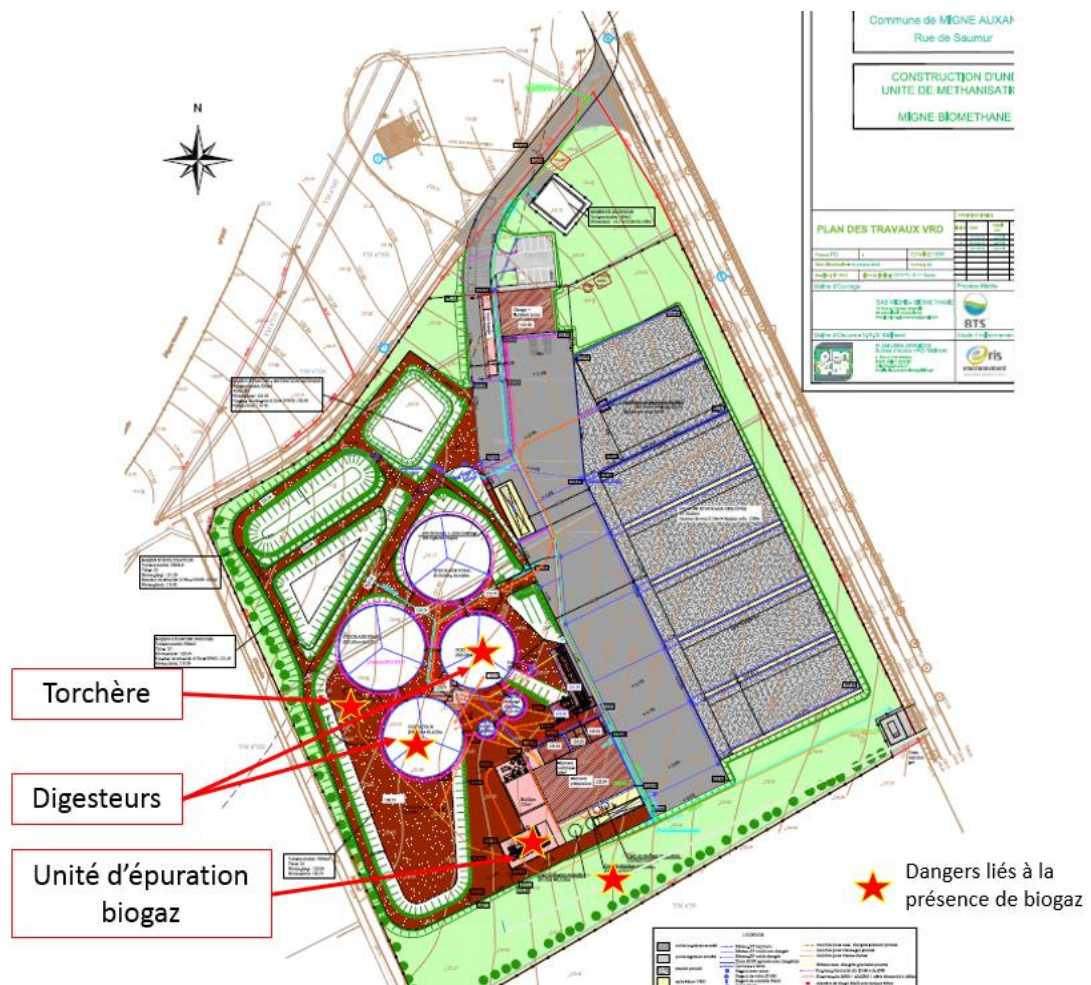


Figure 3 : Cartographie des potentiels de dangers sur le site

7 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

La réduction des potentiels de dangers à la source est axée sur quatre principes :

Principe de substitution : substituer les produits dangereux en préférant des produits moins dangereux ayant les mêmes propriétés,

Principe d'intensification : minimiser les quantités de produits dangereux stockés,

Principe d'atténuation : définir les conditions opératoires les moins dangereuses possibles,

Principe de limitation des effets : conception des installations afin de se prémunir à la source des conséquences des événements redoutés.

7.1 PRINCIPE DE SUBSTITUTION

Par définition, l'installation est faite pour produire du biogaz afin de générer, à partir de déchets, du biométhane pour l'injection dans le réseau GRDF, et l'alimentation en énergie thermique du process.

Le produit biogaz ne peut donc pas être supprimé du site.

7.2 PRINCIPE D'INTENSIFICATION

Le projet ne prévoit pas de gazomètre de stockage. Le biogaz produit sera directement traité et injecté dans le réseau.

La quantité de fuel stockée est limitée au stricte nécessaire pour l'exploitation.

7.3 PRINCIPE D'ATTENUATION

Le biogaz est transféré à faible pression (5 mbar). Les volumes des digesteurs ont été optimisés.

Le réseau biogaz est majoritairement enterré, sauf entre le digesteur et le post-digesteur, et au niveau de la descente du post-digesteur.

Le réseau biométhane après le système d'épuration est enterré.

7.4 PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS

Les équipements de production et de transfert de biogaz seront éloignés des limites de propriétés.

La présence de soupape sur les capacités de digestion permet également de limiter les effets de surpression-dépression.

La présence de détecteurs gaz CH₄ et H₂S, ainsi que de détecteurs incendie permet d'éviter des conséquences graves en cas d'accident.

8 EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES (EPR)

8.1 RAPPEL DE LA DEMARCHE

Cette 3^{ème} étape de l'analyse des risques (après l'analyse de l'accidentologie et l'identification des dangers) s'articule en deux parties :

- 1- l'analyse des risques d'origine externe, liés à l'environnement naturel ou aux activités humaines à proximité du site, qui constituent des agresseurs potentiels pour les installations en projet. En fonction de leur intensité et des mesures prises, ces risques seront ou non retenus par la suite en tant qu'événement initiateur (ou cause) d'un événement redouté.
- 2- L'analyse des risques internes, propres aux installations, ou analyse des dérives. Il s'agit d'une analyse systématique des risques. Elle vise à :
 - lister tous les Evènements Redoutés Possibles ; pour les installations étudiées, les ERC type sont la perte de confinement ou la fuite de produit dangereux ou un départ de feu ;
 - identifier les causes (ou Evénements Initiateurs (EI)) et les conséquences (ou Phénomènes Dangereux (PhD)) de chacun des ERC envisagés ;
 - recenser les mesures de prévention, de détection et de protection ou limitation prévues ;
 - évaluer la gravité sur les tiers de chaque phénomène dangereux pour, in fine, identifier et retenir tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels devant, de ce fait, être analysés et quantifiés dans le cadre de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR). Les phénomènes dangereux majeurs potentiels sont tous les PhD susceptibles de conduire, directement ou par effet-domino, à des effets sur l'homme (irréversibles ou létaux et irréversibles) en dehors du site, sans tenir compte des éventuelles mesures de protection existantes sauf si celles-ci sont des barrières passives.

Le produit de sortie de l'EPR est constitué de tableaux contenant a minima les colonnes suivantes :

- Evénements Redoutés (ou Evénements Redoutés Centraux) (ERC) ;
- Causes ou Evénements Initiateurs (EI) ;
- Conséquences / Phénomènes dangereux (PhD) ;
- Mesures de prévention ;
- Mesure de protection ou de limitation ;
- Gravité potentielle (évaluée en ne tenant compte que des éventuelles barrières passives) ;
- Commentaires ;
- Repère (= numéro de l'ERC utilisé dans la suite de l'EDD).

A ce stade de l'analyse des risques, une échelle simplifiée est utilisée pour caractériser la gravité des PhD identifiés :

	Effets limités au site	Effets à l'extérieur du site
Gravité	« Mineure »	« Grave »

Echelle de gravité simplifiée

Pour évaluer la gravité des PhD, il peut être nécessaire, lorsque le Groupe de Travail n'a pas de notion de l'étendue des effets (absence de modélisations antérieures notamment), de réaliser une modélisation du phénomène dangereux concerné.

8.2 ANALYSE DES RISQUES D'ORIGINE EXTERNE

Dans ce paragraphe sont analysés les risques d'origine externe aux installations,

8.2.1 RISQUES D'ORIGINE NATURELLE

Les facteurs de risque d'origine naturelle envisageables sont :

- les températures extrêmes ;
- la foudre ;
- les inondations ;
- la neige, les vents violents ;
- le séisme ;
- les mouvements de sol, glissements de terrain, chutes de pierres (hors séisme) ;
- les feux de forêts.

Les aléas correspondants sont caractérisés dans la partie étude d'impact / état initial du dossier.

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Températures extrêmes : Froid intense et/ou prolongé	Gel	Bouchage tuyauteries (réseau incendie en particulier) Bouchage des soupapes	→ Risque faible du fait de la localisation géographique du site	Réseaux d'eau / d'incendie enterré Soupapes munies d'un dispositif anti-gel
Températures extrêmes : Canicule Rayonnement solaire	Echauffement des produits Risque accru de départ de feu	Auto-échauffement, incendie	Température moyenne maximale = 25.5°C (mensuelle – mois d'août) → Risque modéré à faible	Stockage des produits sensibles aux températures élevées, dans des bâtiments (gasoil)
Foudre	Effets thermiques Effets électriques et magnétiques	Risque d'incendie / explosion Endommagement des matériels électriques et électroniques (systèmes de sécurité notamment)	→ Risque modéré	Une analyse du risque foudre a été réalisée et les dispositifs de protection adaptés contre les effets directs et indirects de la foudre ont été mis en place. Mise à la terre de l'ensemble des équipements dimensionnée pour écouler les courants de foudre et équipotentialité entre les équipements. → Risque non retenu
Inondation	Dégradation des caractéristiques mécaniques du terrain Risque de dommages aux installations électriques	Affaissement de terrain et déstabilisation des supports des équipements Arrachement de tuyauteries Court-circuit Entraînement de produit	Non retenu (site hors zone inondable)	Sans objet

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Vents violents	Soulèvement de toitures Chute d'ouvrages	Risque de détérioration des installations Propagation d'un incendie	Sur la commune de MIGNE AUXANCES, la vitesse de vent de référence est de 39 m/s (vitesse max rafale de vent) (zone 2 de la norme NF EN 1991-1 qui compte 4 zones) → Risque faible	Prise en compte dans la conception. → Risque non retenu
Séisme	Mise en vibration des équipements Liquéfaction du sol	Affaissements de terrain et déstabilisation des supports des équipements Arrachement de tuyauteries / électriques Dégradation des bâtiments et des installations Perte de confinement des équipements (ouverture de capacité) Risque de défaut de fonctionnement de certains équipements de sécurité	La commune de MIGNE AUXANCES est située en zone de sismicité modérée (niveau 3 sur l'échelle d'aléa qui compte 5 niveaux). → Risque moyen	Prise en compte, à la conception des ouvrages neufs, des règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à risque normal », définies dans l'arrêté du 22 octobre 2010, qui reposent sur les normes Eurocode 8. → Risque non retenu
Mouvement/glissement de terrain, chute de pierre (hors séisme)	Endommagement des installations	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	Site non concerné → Risque non retenu	Sans objet → Risque non retenu Etude géotechnique réalisée lors de la conception des ouvrages
Feux de forêt	Propagation du feu au site et endommagement des installations	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	Site non concerné → Risque non retenu	Sans objet → Risque non retenu

8.2.2 RISQUES D'ORIGINE NON NATURELLE

Les facteurs de risque externes d'origine non naturelle envisageables sont :

- les activités voisines ;
- la chute d'avion ;
- le transport de matières dangereuses en périphérie du site ;
- la malveillance.

Les aléas correspondants sont caractérisés dans le § 3.7.

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Activités voisines	Effets domino (incendie, dommage aux installations) en cas d'accident majeur sur des activités voisines	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	Sites industrielles les plus proches à plus d'1 km du site Effets dangereux n'impactent pas le site du projet → Risque non retenu	Sans objet → Risque non retenu
Chute d'avion	Ruine des installations	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	L'aéroport le plus proche (ville de POITIERS) est situé à environ 5 km à vol d'oiseau. → Risque non retenu par référence à la circulaire du 10/05/2010.	Sans objet → Risque non retenu
Accidents de la circulation (TMD) sur les voies à proximité	Effets domino (incendie, dommage aux installations) en cas d'accident sur des voies de circulation voisines.	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	Voie de circulation de camions transportant des marchandises dangereuses à proximité du site : D 347 située en contrebas du site → Risque non retenu	Sans objet → Risque non retenu
Intrusion – Malveillance	Variable	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	→ Risque non retenu par référence à la circulaire du 10/05/2010 (site clôturé sur sa périphérie et accès fermés par des portails automatiques, alarme anti-intrusion)	Sans objet → Risque non retenu

8.3 EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES LIES AUX INSTALLATIONS

La démarche d'évaluation préliminaire des risques a été présentée au § 2.5.4.

Les installations sont divisées en sous-systèmes, par fonction.

Puis, pour chaque bloc fonctionnel ou sous-système, l'analyse des risques consiste à :

- définir les événements redoutés c'est-à-dire toutes les situations dangereuses susceptibles de survenir et d'avoir des effets sur l'environnement. D'une manière très générale, les événements redoutés concernent la libération de potentiel de dangers telle que la fuite de biogaz, ...
- déterminer les causes ou événements initiateurs (d'origine interne ou externe au système, y compris les effets dominos) et conséquences (phénomène dangereux et effets). Une pré-analyse des causes externes d'origine naturelle ou non naturelle est réalisée au paragraphe 8.1. L'identification des conséquences consiste à décrire le phénomène dangereux (explosion, feu de nappe, ...) et les effets associés (surpression, flux thermiques, ...) en faisant abstraction des barrières de sécurité ;
- lister les barrières de prévention (réduisent la probabilité d'occurrence) et de protection, (limitent la gravité des conséquences) ;
- identifier tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels, c'est-à-dire dont les effets irréversibles voire létaux sortent des limites du site, quelle que soit leur probabilité d'occurrence, et sans tenir compte des mesures de maîtrise techniques actives (telles que la détection de fuite et la fermeture de vannes par exemple).

Pour rappel, à ce stade de l'analyse la gravité est évaluée de façon qualitative, à partir du jugement d'expert. Dès lors que des effets irréversibles à l'extérieur du site sont présumés, quelle que soit le nombre de personnes exposées, le phénomène dangereux est retenu pour être étudié dans l'Analyse Détaillée des Risques menée ultérieurement.

La synthèse de l'analyse est présentée sous forme de tableaux qui permettent :

- d'apprécier qualitativement et quantitativement les risques présentés par l'installation ;
- de mettre en évidence les mesures de prévention, de protection et d'intervention prises ou prévues ;
- d'identifier et de hiérarchiser les scénarios et les risques résiduels.

8.3.1 TRAITEMENT DES SOURCES D'IGNITION

Un certain nombre d'événements initiateurs qui sont des sources d'ignition, et donc peuvent être à l'origine d'un départ de feu, sont difficilement quantifiables en terme de probabilité d'occurrence, notamment compte tenu du respect de la réglementation correspondante et de la mise en place des mesures adéquates. Ces événements initiateurs et les mesures prises ont été détaillés au § 4.2.2.1.

Dans la suite de l'analyse, ces événements initiateurs seront regroupés en un seul, intitulé « Sources d'ignition » dont la fréquence sera évaluée au regard du retour d'expérience. Les mesures de prévention prises vis-à-vis de ces événements initiateurs seront également regroupées en une seule, intitulée « Mesures de maîtrise des sources d'ignition ».

8.3.2 SYNTHESE DE L'ANALYSE

Les tableaux d'EPR sont disponibles ci-après.

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Repère	Evènements redoutés	Causes possibles	Conséquences possibles	Mesures de prévention et de détection	Mesures de protection/Intervention	Gr	Cinétique	Scénario retenu
1	Création d'une ATEX à l'intérieur du ciel gazeux du digesteur ou du post-digesteur + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Entrée d'air par soupape ou agitateur non étanche - Présence d'oxygène lors des phases de vidange ou de redémarrage de l'installation - Injection trop importante d'oxygène dans le ciel gazeux du post-digesteur - Percement de la membrane interne suite à surpression/dépression interne ou usure - Entrée d'air par vidange complète des boues du digesteur 	<p>Explosion de biogaz en espace confiné :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle périodique des soupapes et des joints - Procédures de maintenance, d'arrêt et de mise en route des installations, avec envoi du biogaz en torchère - Mesure de CH4 pour vérification de la vidange - Mesure de concentration en oxygène dans le ciel gazeux - Mesure de pression du ciel gazeux avec purge vers torchère en cas de dépression/surpression - Matériel certifié ATEX - Vidange du digesteur contrôlée par sonde de niveau 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, réserve incendie) 	Grave	Rapide	OUI
2	Perte de confinement du digesteur / post-digesteur + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Surpression interne par surremplissage ou production supérieure à consommation de biogaz ou bouchage du digesteur - Perforation / Choc externe 	<p>Dispersion d'un nuage de biogaz à l'atmosphère : effets toxiques</p> <p>Explosion de biogaz à l'air libre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Soupapes sur ciel gazeux digesteur et post-digesteur avec pression d'ouverture à 7 mbar/-1.5 mbar, pour une pression de service de 5 mbar - Technique éprouvée de double membrane - Mesure de pression du ciel gazeux avec purge vers torchère en cas de surpression - Contrôle de niveau sur le digesteur - Préparation des intrants pour éviter le bouchage 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, réserve incendie) 	Grave pour l'explosion Mineure pour les effets toxiques	Rapide	OUI
3	Rejet de biogaz depuis la soupape de sécurité + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Soupape fuyarde - Soupape bloquée ouverte 	<p>Dispersion d'un nuage de biogaz à l'atmosphère : effets toxiques</p> <p>Explosion de biogaz à l'air libre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif antigel sur soupape - Vérification périodique de la soupape 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, réserve incendie) 	Mineure (rejet en hauteur à plus de 3 m du dernier niveau accessible)	Rapide	NON

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

Repère	Evènements redoutés	Causes possibles	Conséquences possibles	Mesures de prévention et de détection	Mesures de protection/Intervention	Gr	Cinétique	Scénario retenu
4	Rejet de gaz imbrûlés via la torchère + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut de flamme - Rupture de canalisation ou fuite de bride 	Explosion de biogaz à l'air libre : <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Détection de flamme asservie à vanne d'alimentation biogaz en amont 	<ul style="list-style-type: none"> - Eloignement de la torchère de plus de 10 m des équipements de production et des limites de propriétés - Dispositif anti-retour de flamme 	Mineure (rejet en hauteur, torchère distante de 10 m)	Rapide	NON
5	Fuite de gaz (équipements ou canalisation) à l'intérieur du caisson d'épuration + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Choc - Usure des équipements/joints - Surpression interne 	Explosion de biogaz en espace confiné : <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation des brides et raccords - Contrôle annuel de l'étanchéité des canalisations - Capteur de pression sur le réseau gaz 	<ul style="list-style-type: none"> - Détection gaz CH4 couplée à une ventilation à deux vitesses et fermeture des vannes d'alimentation - Détection incendie avec report d'alarme et arrêt de l'unité - Eloignement de plus de 10 m des équipements de production et des limites de propriétés - Events (portes s'ouvrant à 40 mbars) 	Mineure (éloignement de plus de 10 m des limites de propriétés et des installations critiques)	Rapide	OUI
6	Fuite de gaz sur les canalisations biogaz à l'extérieur + Source d'inflammation	<ul style="list-style-type: none"> - Choc - Usure des équipements/joints - Surpression interne - Corrosion 	Effets toxiques Jet enflammé ou Explosion de biogaz à l'air libre : <ul style="list-style-type: none"> - Effets thermiques - Effets de surpression 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation des brides et raccords - Contrôle annuel de l'étanchéité des circuits gaz - Longueur de canalisation aérienne limitée - Canalisations protégées contre le choc - Protection de la corrosion avec récupération des condensats en point bas - Eloignement des voies de circulation - Mesures de pression du biogaz sur canalisation - Faible pression du biogaz 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, réserve incendie) 	Grave pour l'explosion et le jet enflammé Mineure pour les effets toxiques	Rapide	OUI

Etude de dangers de l'établissement MIGNE BIOMETHANE site de MIGNE AUXANCES

<i>Repère</i>	<i>Evènements redoutés</i>	<i>Causes possibles</i>	<i>Conséquences possibles</i>	<i>Mesures de prévention et de détection</i>	<i>Mesures de protection/Intervention</i>	<i>Gr</i>	<i>Cinétique</i>	<i>Scénario retenu</i>
7	Fuite de biogaz depuis les puits condensat + Source d'inflammation	- Manque d'eau - Purge	Effets toxiques Jet enflammé ou Explosion de biogaz à l'air libre : - Effets thermiques - Effets de surpression	- Procédure de purge - Contrôle du niveau de purge - Eau glycolée (protection contre le gel)	- Moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, réserve incendie)	Mineure	Rapide	NON

9 MODELISATION DES EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX

9.1 RAPPEL DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS

9.1.1 PHD MAJEURS POTENTIELS RETENUS A L'ISSUE DE L'EPR

Au vu des sources de danger présentes sur le site, de l'accidentologie et de l'analyse détaillée de réduction des risques, nous avons retenu les scénarios suivants :

- PhD1a : Explosion du digesteur (plein avec ciel gazeux)
- PhD1b : Explosion du digesteur (vide)
- PhD2a : Explosion du post-digesteur (plein avec ciel gazeux)
- PhD2b : Explosion du post-digesteur (vide)
- PhD3a : Flash-Fire résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration
- PhD3b : Explosion non confinée résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration
- PhD3c : Jet enflammé résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration
- PhD4a : Flash-Fire résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection
- PhD4b : Explosion non confinée résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection
- PhD4c : Jet enflammé résultant de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection

Ces phénomènes font l'objet d'une modélisation de l'intensité de leurs effets aux paragraphes suivants.

Nota sur le risque toxique : le H₂S est un élément mineur de la composition du biogaz (< 1%). De plus, des mesures sont prises sur site afin de limiter la quantité d'H₂S. Par conséquent, le risque toxique ne sera pas retenu pour la modélisation.

9.2 SEUILS D'EFFETS

Sont rappelés, dans les tableaux ci-dessous, les valeurs des seuils définis dans 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 soumises à autorisation (pris par défaut).

Les effets létaux correspondent à la survenue de décès. Les effets irréversibles correspondent à la persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à l'exposition.

9.2.1 EFFETS THERMIQUES

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	3 kW/m ² ou 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuils des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	5 kW/m ² ou 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.
	8 kW/m ² ou 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement
	5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives.

	Valeurs	Commentaires
Effets sur les structures	8 kW/m ²	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures (risque de propagation du feu aux matériaux combustibles exposés de façon prolongé).
	16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.
	200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

9.2.2 SEUILS D'EFFETS DE SURPRESSION

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	20 mbar	Seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
	50 mbar	Seuils des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	140 mbar	seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.
	200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement
Effets sur les structures	20 mbar	Seuil des destructions significatives de vitres.
	50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures.
	140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures.
	200 mbar	Seuil des effets domino.
	300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures.

9.2.3 CARACTERISATION DE LA CIBLE

Pour les effets sur l'homme, la cible est prise à hauteur d'homme (=1.8 m).

9.3 METHODOLOGIES DE CALCUL

9.3.1 CARACTERISTIQUES DU PRODUIT CONSIDERE

Pour toutes les modélisations de dispersion réalisées, le biogaz et le biométhane sont assimilés à du méthane pur. Ce choix modifie peu le volume du nuage explosible (en concentration comprise entre la LIE et la LSE) car le domaine d'inflammabilité du biogaz est peu différent de celui du méthane (source : INERIS – rapport N°46032 – DRA 32 – Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel – 10/04/2006) :

- LIE / LSE du méthane = 5% / 15% ;
- LIE / LSE du biogaz = 6% / 12%.

En revanche, cette hypothèse est majorante dans le cas de l'application de la méthode multi-énergie car l'énergie de combustion stœchiométrique du mélange air-biogaz est inférieure à l'énergie de combustion stœchiométrique du mélange air-méthane :

- Energie de combustion stœchiométrique air-méthane = 3,23 MJ/m³ de mélange (source : Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs - (Harris 1983)) ;
- **Energie de combustion stœchiométrique air-biogaz = 1,84 MJ/m³ de mélange (pour une teneur en méthane dans le biogaz de 57%).**

9.4 METHODOLOGIE DE CALCUL DES EFFETS DE SURPRESSION EN CAS D'EXPLOSION CONFINEE

Pour modéliser les effets de surpression en cas de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) dans une enceinte ou un local, et l'inflammation de cette ATEX, aussi appelé VCE : Vapor Cloud Explosion, plusieurs méthodes existent.

Ces méthodes diffèrent selon la structure de l'enceinte où se produit l'explosion.

Dans le cas de l'inflammation d'une ATEX dans une enceinte ou local résistant à la pression et non muni d'évents (ou évents mal dimensionnés), la méthode associant le modèle de Brode pour le calcul de l'énergie d'explosion et la courbe multi-énergie 10 pour la détermination des distances d'effets aux seuils de surpression est utilisée. Cette méthode est décrite au § 9.4.2.

Dans le cas de l'inflammation d'une ATEX dans une enceinte ou local non résistant à la pression (cas du digesteur et du post-digesteur, dont la pression de rupture de la membrane est de 10 mbar), la méthode multi-énergie est utilisée avec l'énergie de combustion. Cette méthode est décrite au § 9.4.1.

9.4.1 PRESENTATION DE LA METHODE DITE «MULTI-ENERGIE »

Cette méthode repose sur :

- L'estimation de l'énergie de combustion du nuage à la stœchiométrie comme énergie d'explosion,
- L'estimation des distances d'effets de surpression via un abaque représentatif de la sévérité d'explosion, caractérisée par un indice compris entre 1 et 10.

Le tableau de KINSELLA ci-après permet d'orienter le choix de l'indice de sévérité d'explosion. Par exemple, une explosion se produisant dans un local (confinement = oui), peu encombré (encombrement bas) et dans lequel il n'y a pas de source d'inflammation forte, est caractérisée par un indice multi-énergie compris entre 3 et 5.

Inflammation		Encombrement			Confinement		Classe / Sévérité
Basse	Haute	Haut	Bas	Aucun	Oui	Non	
	X	X			X		7-10
	X	X				X	7-10
X		X			X		5-7
	X		X		X		5-7
	X		X			X	4-6
X		X		X	X		4-6
X	X					X	4-5
X			X		X		3-5
X			X			X	2-3
X				X	X		1-2
X				X		X	1

A chaque indice de sévérité d'explosion correspond une surpression maximale (Pmax) (cf. abaques multi-énergie présentées ci-dessous).

Abaques multi-énergie

Indice Multi-Energy	Seuil de surpression associé (bar)	Abaques de décroissance en fonction de la distance adimensionnée par l'énergie de l'explosion
1	0,01	<p>Abaque relatif à la méthode Multi-Energie donnant les surpressions engendrées par des déflagrations à vitesse de flamme constante de volumes explosibles hémisphériques posés au sol</p>
2	0,02	
3	0,05	
4	0,10	
5	0,20	
6	0,50	
7	1	
8	2	
9	5	
10	10	

9.4.2 PRESENTATION DE LA METHODE DITE « METHODE DE BRODE » / MULTI-ENERGIE INDICE 10

Cette méthode repose :

- sur l'équation de Brode pour déterminer l'énergie disponible d'explosion ;
- sur la méthode multi-énergie pour évaluer l'atténuation des effets de pression à partir de l'abaque indice 10.

Détermination de l'énergie d'explosion :

L'énergie d'explosion peut être assimilée à l'énergie de Brode, soit l'énergie nécessaire à la montée en pression d'un volume V d'une enceinte d'une pression P0 à une pression P1 :

$$E_{ex} = \frac{(p_1 - p_0)V_1}{\gamma_1 - 1}$$

avec :

E_{ex} : Energie d'explosion (en Joules)

p_1 : pression d'explosion (en Pascals)

p_0 : pression initiale dans l'enceinte (en Pascals)

V_1 : le volume de gaz présent dans l'enceinte en m³

γ_1 : rapport des chaleurs spécifiques des produits de combustion (=1,314 pour la plupart des mélanges à base d'hydrocarbures simples)

Détermination de la Pred pour une enceinte avec événements :

La pression résiduelle (Pred) est la pression théorique atteinte dans le local après ouverture des événements.

Cette pression est calculée avec la norme NF EN 14994 – « Systèmes de protection par événement contre les explosions de gaz » en fonction de la surface des événements. Réciproquement, la norme permet d'estimer la surface d'événements nécessaire pour que la pression résiduelle soit au plus égale à la pression de rupture de l'enceinte (ou pression maximale admissible).

Détermination des distances des effets de surpression selon l'abaque indice 10 :

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multi-énergie indice 10. Cette courbe, respectant la physique du phénomène, donne les surpressions d'une onde de choc résultant d'un éclatement.

Le tableau suivant donne les formules associées aux effets de surpression :

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10
300 mbar	0,028 E ^{1/3}
200 mbar	0,032 E ^{1/3}
140 mbar	0,05 E ^{1/3}
50 mbar	0,11 E ^{1/3}
20 mbar	2 x 0,11 E ^{1/3} *

*conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005, $d_{(20\text{mbar})} = 2 * d_{(50\text{mbar})}$

9.5 MODELISATION DES EFFETS DES SCENARIOS UVCE/FLASH-FIRE ET JET ENFLAMME

9.5.1 OUTIL DE MODELISATION

Le logiciel employé pour modéliser les phénomènes dangereux étudiés est le logiciel PHAST (DNV) version 6.7.

9.5.2 DEBIT A LA BRECHE

Le débit à la brèche est pris égal au débit maximal de biogaz dans la tuyauterie (donnée process). La phase de décompression (régime transitoire au moment de la rupture) est prise en compte au cas par cas (voir calculs).

9.5.3 DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Les trois paramètres importants pour la phase de dispersion qu'intègre le logiciel PHAST sont :

- les conditions météorologiques ;
- les conditions orographiques (coefficient de rugosité du terrain uniforme) ;
- un facteur correctif de dispersion du nuage (averaging time).

Conditions orographiques :

Les conditions orographiques représentent l'état de rugosité du terrain environnant les installations étudiées. Elles sont traduites de la même manière qu'un coefficient de frottement du nuage sur le sol produisant deux effets antagonistes :

- elle augmente la turbulence favorisant la dilution ;
- elle freine le nuage, ce qui favorise l'effet d'accumulation et la concentration.

La rugosité varie selon le type d'environnement. Dans la présente étude, en accord avec les pratiques en vigueur (guide DT102), une rugosité de 1 mètre a été choisie dans le logiciel PHAST.

Conditions météorologiques :

Les conditions météorologiques ont une importance certaine pour les dispersions. Ce sont ces conditions qui régissent la cinétique de la phase gaz après la phase de rejet. Elles sont définies par une classe de stabilité (classe de Pasquill), la vitesse de vent à 10 mètres de hauteur et la température ambiante.

Conformément à la fiche n°2 de la circulaire du 10 mai 2010, les conditions considérées sont :

Typologie de rejet	Stabilité atmosphérique	Vitesses de vent considérées à 10 m de hauteur (m/s)	Température ambiante (°C)
Rejet horizontal ou au niveau du sol	D (neutre)	5	20
	F (très stable)	3	15

Quelles que soient les conditions atmosphériques, l'humidité relative de l'air est considérée égale à 70%.

« Averaging time » et « core averaging time » ou durée de moyennage du nuage

Dans le logiciel PHAST, il existe deux paramètres distincts pour le temps de moyennage :

l'averaging time et le core averaging time. Ces deux paramètres n'interviennent que dans la phase de dispersion passive.

L'averaging time correspond à une correction numérique des concentrations moyennes calculées sur l'axe du nuage en fonction de la durée effective d'observation du nuage (= durée d'exposition pour les toxiques), afin de tenir compte en particulier des fluctuations réelles de direction du vent autour de sa

direction moyenne pendant la durée d'observation. Il est à noter que cette correction n'intervient que dans la phase de dispersion passive (emploi d'un modèle gaussien).

La valeur du core averaging time est utilisée lors du calcul de la dispersion du nuage, tandis que la valeur de l'averaging time est utilisée uniquement lors de la phase de post-traitement, pour certains résultats.

Le choix de l'averaging time (ou durée de moyennage du nuage) dans les logiciels faisant appel à des modèles de type gaussien peut impacter significativement les distances d'effet.

L'averaging time et le core averaging time sont fixés à la même valeur, égale à la durée d'exposition de la cible prise égale à la durée du rejet.

9.5.4 JET ENFLAMME (FEU TORCHE)

Le feu torche ou jet enflammé correspond à l'inflammation immédiate, sous l'action d'une source d'allumage, d'un jet de gaz rejeté sous pression, dans un environnement libre (non confiné).

Le feu torche, ou jet enflammé, prend naissance sous forme d'une flamme de diffusion, lorsqu'un jet liquide ou gazeux issu d'une fuite accidentelle s'enflamme, par l'intermédiaire d'une source d'inflammation quelconque (par exemple, une surface chaude). La fuite enflammée ou feu torche est un phénomène dangereux qui se caractérise par la présence d'une flamme conique de grande taille dont l'origine se situe au niveau d'une fuite de substance combustible.

Pour modéliser les effets thermiques du feu torche, le modèle de Shell (modèles de Chamberlain (1987), Cook (1990) et Johnson (1994)), validé par des essais à grande échelle, est retenu.

9.5.5 EXPLOSION NON CONFINÉE (UVCE / FLASH FIRE)

L'ignition retardée d'un jet de gaz inflammable génère :

- des effets de surpression (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) ;
- des effets thermiques (Flash fire ou feu de nuage).

De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme Flash fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de pression. Cependant il s'agit dans les deux cas du même phénomène physique, à savoir la combustion d'un mélange gazeux inflammable.

Conformément à la fiche n°3 de la circulaire du 10 mai 2010 (« Les phénomènes dangereux associés aux GPL dans les établissements de stockage hors raffineries et pétrochimie – l'UVCE ») les effets thermiques du Flash fire (ou feu de nuage) sont définis comme suit :

- distance au seuil des effets létaux significatifs = distance à la LIE
- distance au seuil des effets létaux = distance à la LIE
- distance au seuil des effets irréversibles = 1,1 x distance à la LIE

Pour le calcul des effets de surpression, la méthode multi-énergie (TNO « Yellow Book » CPR 14E - 1997) est mise en œuvre.

Cette méthode suppose un nuage hémisphérique de concentration stœchiométrique et de volume égal à la zone encombrée recouverte par le nuage.

Les paramètres d'effet de surpression sont calculés en utilisant un modèle unidimensionnel à vitesse de flamme constante, basé sur l'intégration numérique des équations d'écoulement compressible.

Le choix du degré de sévérité de l'explosion se détermine en tenant compte de la densité d'obstacles (encombrement), du degré de confinement, de la position des sources d'inflammation et de son énergie.

Le tableau ci-après est une source de l'INERIS (tableau de Kinsella dans le « guide des méthodes d'évaluation de gaz à l'air libre », INERIS 1999) qui permet de chiffrer ce degré de sévérité.

Le degré de sévérité considéré dans le reste du rapport pour les modélisations d'explosion suite à fuite sur canalisations est de 4.

Inflammation		Encombrement			Confinement		Classe / Sévérité
Basse	Haute	Haut	Bas	Aucun	Oui	Non	
	X	X			X		7-10
	X	X				X	7-10
X		X			X		5-7
	X		X		X		5-7
	X		X			X	4-6
	X			X	X		4-6
X		X				X	4-5
	X			X		X	4-5
X			X		X		3-5
X			X			X	2-3
X				X	X		1-2
X				X		X	1

9.6 MODELISATION DES PHD 1 ET PHD 2 : EXPLOSION DU DIGESTEUR ET DU POST-DIGESTEUR

Phénomène dangereux modélisé :

Le phénomène dangereux modélisé est l'explosion du nuage inflammable [air + biogaz] à la stœchiométrie formé à l'intérieur du digesteur en cas d'introduction d'oxygène.

Etant donné la très faible résistance à la pression de la membrane (10 mbars), l'enceinte ne va pas avoir un effet notable sur l'explosion, nous utiliserons donc la méthode Multi-Energie avec l'énergie de combustion.

Données – Hypothèses de calcul :

Nous considérerons pour ces modélisations :

Digesteur

- Volume du ciel gazeux : vide : 3 263 m³ / plein : 1848 m³
 - ⇒ Energie d'explosion : 6 009 MJ / 3 403 MJ
 - ⇒ Indice de violence : 4 (considéré équivalent air libre sans encombrement)

Post-digesteur

- Volume du ciel gazeux : vide : 2 814 m³ / plein : 1 479 m³
 - ⇒ Energie d'explosion : 5 182 MJ / 2 724 MJ
 - ⇒ Indice de violence : 4 (considéré équivalent air libre sans encombrement)

Distances d'effets de surpression en mètres :

Les distances sont arrondies à la demi-dizaine près, et sont à reporter au centre du nuage, soit au centre de l'ouvrage.

PhD	Volume de gaz en m ³	SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar	Destruction de vitres 20 mbar
PhD1a : Digesteur plein	1 848	Non atteint	Non atteint	40	80
PhD1b : Digesteur vide	3 263	Non atteint	Non atteint	45	90
PhD2a : Post-digesteur plein	1 479	Non atteint	Non atteint	35	70
PhD2b : Post-digesteur vide	2 814	Non atteint	Non atteint	45	90

Conclusion :

PhD1a :

Les effets dangereux à 50 mbar ne sortent pas du site, seuls les effets à 20 mbar impactent la parcelle cultivée adjacente et le chemin rural (pas de construction pouvant amener des effets par bris de vitres).

PhD1b :

Les effets dangereux à 50 mbar sortent du site, et impactent le chemin rural sur environ 35 m. Les effets à 20 mbar impactent la parcelle cultivée adjacente et le chemin rural (pas de construction pouvant amener des effets par bris de vitres).

PhD2a :

Les effets dangereux à 50 mbar ne sortent pas du site, seuls les effets à 20 mbar impactent légèrement la parcelle cultivée adjacente et le chemin rural (pas de construction pouvant amener des effets par bris de vitres).

PhD2b :

Les effets dangereux à 50 mbar ne sortent pas du site, seuls les effets à 20 mbar impactent la parcelle cultivée adjacente et le chemin rural (pas de construction pouvant amener des effets par bris de vitres).

La cartographie des phénomènes dangereux est présentée ci-dessous :

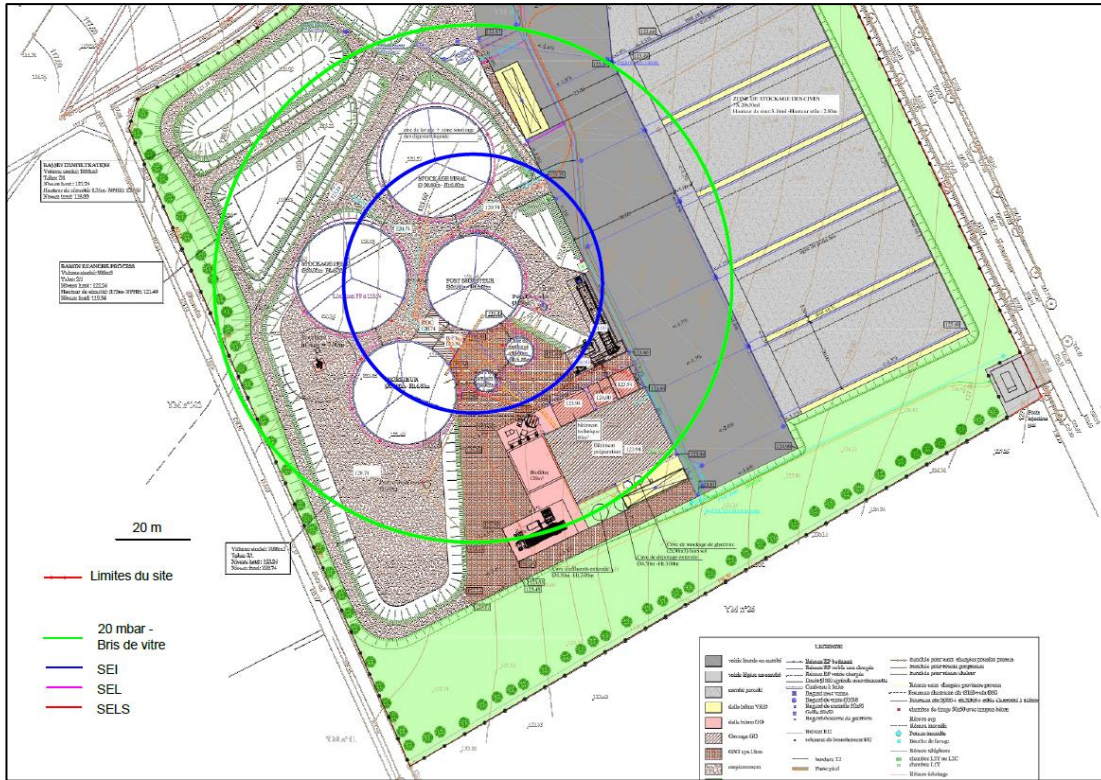


Figure 6 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD2a : Explosion du post-digester plein

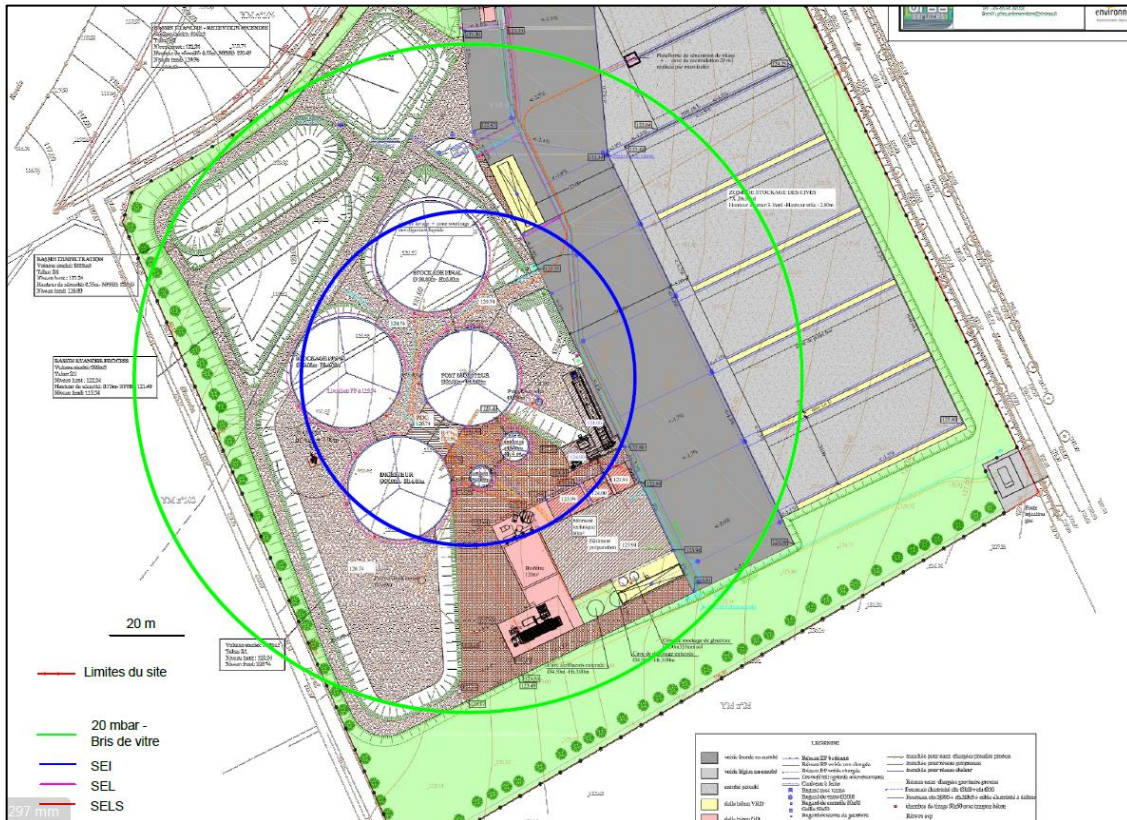


Figure 7 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD2b : Explosion du post-digester vide

9.7 MODELISATION DES PHD 3 : RUPTURE GUILLOTINE D'UNE CANALISATION DE BIOGAZ EN AMONT DE L'UNITE D'EPURATION

Phénomène dangereux modélisé :

Nous modélisons les effets dangereux liés au jet enflammé, au flash-fire et à l'explosion d'un nuage de biogaz formé suite à rupture guillotine (scénario majorant) d'une canalisation de biogaz en amont de l'unité d'épuration

Données – Hypothèses de calcul :

Nous considérerons pour ces modélisations les données d'entrée suivantes :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Produit	-	Biogaz	Assimilé à du méthane
Pression du biogaz	<i>mbarg</i>	5	
Température du biogaz	°C	35	
Débit de biogaz	<i>Nm³/h</i>	215	
Débit de biogaz	<i>m³/h</i>	241	
Débit de biogaz	<i>kg/s</i>	0.04	Masse volumique du méthane de 0,64 kg/m³
Diamètre de la canalisation	<i>mm</i>	200	
Diamètre de fuite retenu	<i>mm</i>	200	
Hauteur de rejet	<i>m</i>	1	
Direction du rejet	-	Horizontale	
Degré de violence (effets de surpression)	-	4	
Débit à la brèche calculé par Phast	<i>kg/s</i>	0.05	

Note : On ne considère pas de fuite alimentée car cette phase sera majorée par la phase de décompression de la capacité située en amont de la fuite (alimentation de la fuite par le volume du post-digesteur - 1479 m³).

Distances d'effets en mètres :

FLASH FIRE - Effets thermiques

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D 3F	
Distance à la LIE (SELS, SEL)	<i>m</i>	5 7	
Distance à la 110% de la LIE (SEI)	<i>m</i>	6 8	
Temps à l'extension maximale du nuage	<i>s</i>	< 2 < 2	

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

JET ENFLAMME - Effets thermiques

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D 3F	
Distance à 20 kW/m²	<i>m</i>	17 17	
Distance à 16 kW/m²	<i>m</i>	17 17	
Distance à 8 kW/m² (SELS)	<i>m</i>	17 17	
Distance à 5 kW/m² (SEL)	<i>m</i>	18 17	

Distance à 3 kW/m² (SEI) *m* 18 18

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

EXPLOSION - Effets de surpression
--

PARAMETRE	UNITE	VALEUR		COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D	3F	Les masses inflammables calculées par le logiciel PHAST sont insuffisantes pour former des nuages inflammables de volume important susceptibles d'engendrer des explosions aux effets significatifs
Distance à une surpression de 300 mbar	<i>m</i>	-	-	
Distance à une surpression de 200 mbar (SELS)	<i>m</i>	-	-	
Distance à une surpression de 140 mbar (SEL)	<i>m</i>	-	-	
Distance à une surpression de 50 mbar (SEI)	<i>m</i>	-	-	
Distance à une surpression de 20 mbar	<i>m</i>	-	-	

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

Conclusion :

PhD3a :

Les effets dangereux ne sortent pas du site.

PhD3b :

Les effets dangereux ne sortent pas du site.

La cartographie des phénomènes dangereux est présentée ci-dessous (rupture considérée au niveau des tronçons aériens uniquement) :

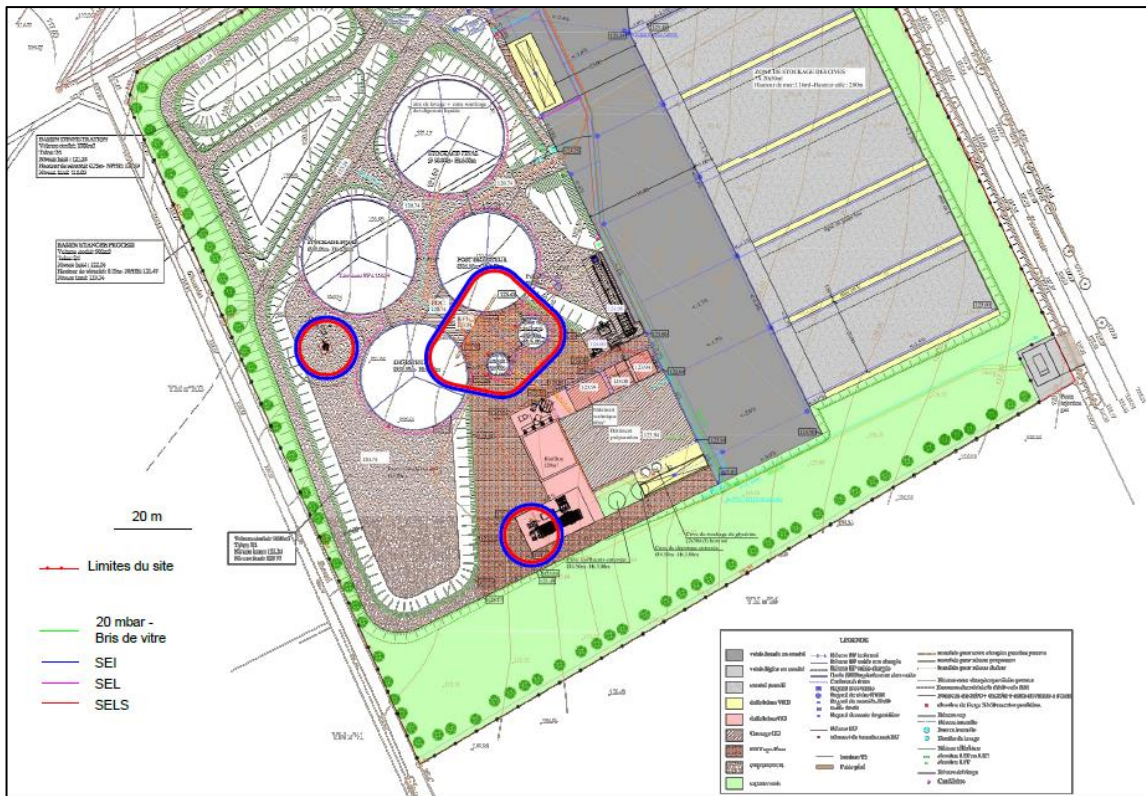


Figure 8 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD3a : Flash-Fire suite à rupture de la canalisation biogaz en sortie des ouvrages de digestion (tronçons aériens)

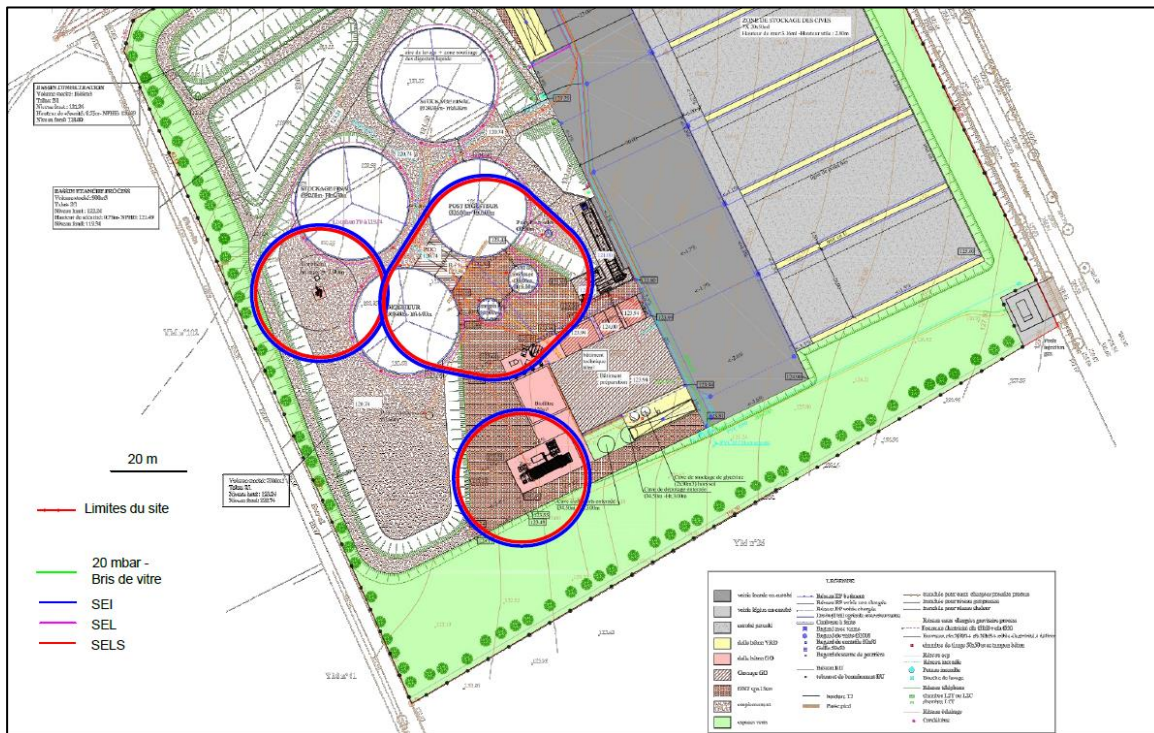


Figure 9 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD3b : Jet Enflammé suite à rupture de la canalisation biogaz en sortie des ouvrages de digestion (tronçons aériens)

9.8 MODELISATION DES PHD 4 : RUPTURE GUILLOTINE D'UNE CANALISATION DE BIOGAZ ENTRE L'UNITE D'EPURATION ET LE POSTE D'INJECTION GRDF

Phénomène dangereux modélisé :

Nous modélisons les effets dangereux liés au jet enflammé, au flash-fire et à l'explosion d'un nuage de biogaz formé suite à rupture guillotine (scénario majorant) de la canalisation de biométhane reliant l'unité d'épuration au poste d'injection GRDF, sur les tronçons aériens au départ et à l'arrivée.

Données – Hypothèses de calcul :

Nous considérerons pour ces modélisations les données d'entrée suivantes :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Produit	-	Biogaz	Assimilé à du méthane
Pression du biogaz	<i>barg</i>	7.0	
Température du biogaz	°C	30	
Débit de biogaz	<i>Nm³/h</i>	240	
Débit de biogaz	<i>m³/h</i>	34	
Débit de biogaz	<i>kg/s</i>	0.05	Masse volumique du méthane de 5,2 kg/m ³
Diamètre de la canalisation	<i>mm</i>	200	
Diamètre de fuite retenu	<i>mm</i>	200	
Hauteur de rejet	<i>m</i>	1	
Direction du rejet	-	Horizontale	
Degré de violence (effets de surpression)	-	4	
Débit à la brèche calculé par Phast	<i>kg/s</i>	36.68	
Débit max refoulement compresseur ^(note 1)	<i>kg/s</i>	0.07	
Débit à la brèche pris en compte ^(note 2)	<i>kg/s</i>	0.07	

Notes :

1) Dans le cas d'une brèche en aval d'un compresseur, le débit maximal de fuite au refoulement du compresseur est pris égal à 1,5 x le débit de service.

2) Prise en compte de la valeur limitante entre le débit calculé par Phast et le débit max du compresseur.

Distances d'effets en mètres :

FLASH FIRE - Effets thermiques

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D 3F	
Distance à la LIE (SELS, SEL)	<i>m</i>	2 3	
Distance à la 110% de la LIE (SEI)	<i>m</i>	3 4	
Temps à l'extension maximale du nuage	<i>s</i>	< 2 < 2	

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

JET ENFLAMME - Effets thermiques

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D 3F	
Distance à 20 kW/m ²	m	4 4	
Distance à 16 kW/m ²	m	4 5	
Distance à 8 kW/m ² (SELS)	m	5 5	
Distance à 5 kW/m ² (SEL)	m	5 5	
Distance à 3 kW/m ² (SEI)	m	5 5	

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

EXPLOSION - Effets de surpression

PARAMETRE	UNITE	VALEUR	COMMENTAIRE
Conditions météorologiques	-	5D 3F	
Distance à une surpression de 300 mbar	m	- -	Les masses inflammables calculées par le logiciel PHAST sont insuffisantes pour former des nuages inflammables de volume important susceptibles d'engendrer des explosions aux effets significatifs
Distance à une surpression de 200 mbar (SELS)	m	- -	
Distance à une surpression de 140 mbar (SEL)	m	- -	
Distance à une surpression de 50 mbar (SEI)	m	- -	
Distance à une surpression de 20 mbar	m	- -	

Remarque : Les distances d'effets sont à compter depuis le point de rejet.

Conclusion :

PhD4a – Flash-Fire :

Les effets dangereux ne sortent pas du site.

PhD4b – Jet enflammé :

Les effets dangereux ne sortent pas du site.

La cartographie des phénomènes dangereux est présentée ci-dessous :

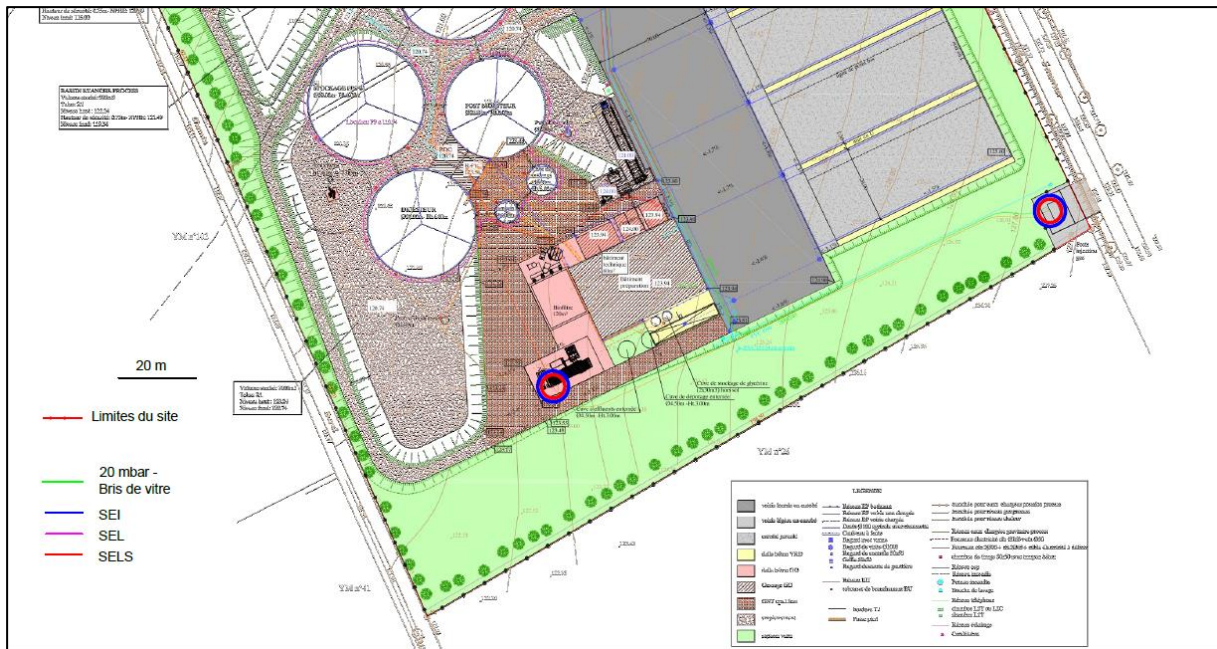


Figure 10 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD4a : Flash-Fire suite à rupture de la canalisation biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection



Figure 11 : Cartographie des effets du phénomène dangereux PhD4b : Jet Enflammé suite à rupture de la canalisation biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection

9.9 TABLEAU RECAPITULATIF DES DISTANCES D'EFFETS SUR LES TIERS DES PHENOMENES DANGEREUX MAJEURS

Phénomènes dangereux- Intitulés	Distances des effets thermiques (en m)			Distances des effets de surpression (en m)			
	3 KW/m ² SEI	5 KW/m ² SPEL	8 KW/m ² SELS	20 mbar	50 mbar SEI	140 mbar SPEL	200 mbar SELS
PhD1a : Explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie - Digesteur plein				80	40	Non atteint	Non atteint
PhD1b : Explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie - Digesteur vide				90	45	Non atteint	Non atteint
PhD2a : Explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie - Post-digesteur plein				70	35	Non atteint	Non atteint
PhD2b : Explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie - Post-digesteur vide				90	45	Non atteint	Non atteint
PhD 3a – Flash-Fire en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration	8	7	7				
PhD 3b – Jet enflammé en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration	18	17	17				
PhD 3c – Explosion en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration				Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
PhD 4a – Flash-Fire en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection	4	3	3				
PhD 4b – Jet enflammé en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection	5	5	5				
PhD 4c – Explosion en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre l'unité d'épuration et le poste d'injection				Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

9.10 ANALYSE DES EFFETS DOMINOS POSSIBLES

Les effets dominos peuvent être liés aux effets thermiques ou aux effets de surpression engendrés par les phénomènes dangereux.

Les seuils d'effets dominos, définis par l'arrêté ministériel du 29/09/2005 sont :

- Pour les effets thermiques de longue durée (cas des incendies d'entrepôts) : 8 kW/m² ;
- Pour les effets de surpression : 200 mbar.

Les effets de surpression des scénarios n'atteignent pas 200 mbar, étant donné la résistance faible des structures, et les explosions considérées à l'air libre.

Phénomènes dangereux	Distance au seuil des effets dominos (en m)		Commentaires	Probabilité d'occurrence du phénomène (calculée au § 10)
	Effets thermiques : 8 kW/m ²	Effets surpression : 200 mbar		
PhD 3a – Flash-Fire en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration	7	/	Impact du caisson d'épuration + digesteur + post-digesteur Scénario domino possible : perte de confinement digesteur et post-digesteur Les effets d'explosion du digesteur vide (PhD1b) sortent du site	D => Pas d'impact sur la probabilité de classe D de l'explosion du digesteur vide
PhD 3b – Jet enflammé en cas de rupture de la tuyauterie biogaz entre le post-digesteur et l'unité d'épuration	17	/	Impact du caisson d'épuration + digesteur + post-digesteur Scénario domino possible : perte de confinement digesteur et post-digesteur Les effets d'explosion du digesteur vide (PhD1b) sortent du site	D => Pas d'impact sur la probabilité de classe D de l'explosion du digesteur vide
PhD 4a – Flash-Fire en cas de rupture de la tuyauterie biométhane entre l'unité d'épuration et le poste d'injection	3	/	Caisson de l'unité d'épuration impacté Les effets dangereux liés à une explosion dans le caisson resteront à l'intérieur des limites de site (caisson à plus de 20 m des limites)	D
PhD 4b – Jet enflammé en cas de rupture de la tuyauterie biométhane entre l'unité d'épuration et le poste d'injection	5	/	Caisson de l'unité d'épuration impacté Les effets dangereux liés à une explosion dans le caisson resteront à l'intérieur des limites de site (caisson à plus de 20 m des limites)	D

10 ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES (ADR)

10.1 DEMARCHE – METHODOLOGIE

Pour chacun des phénomènes dangereux majeurs, une analyse détaillée – et quantifiée – est réalisée. Elle comprend :

- la représentation de la séquence accidentelle sous forme d'arbres « nœud papillon », comprenant l'identification et la caractérisation des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR), et l'évaluation de la probabilité d'occurrence du PhD, compte tenu des MMR de prévention ;
- l'évaluation de la gravité des PhD ;
- la caractérisation de la cinétique des PhD.

Le principe de ses différentes étapes de l'ADR a été présenté au § 2.5.5.

Les phénomènes dangereux majeurs, dont les effets sortent du site sont :

- PhD1b : Explosion du ciel gazeux du digesteur vide

10.2 BASES DE DONNEES UTILISEES POUR L'EVALUATION DE LA PROBABILITE

La probabilité des phénomènes dangereux est estimée de façon qualitative ou semi-quantitative selon l'échelle présentée au § 2.5.5.2.

10.3 PRINCIPES RETENUS POUR L'EVALUATION DE LA GRAVITE

Pour le comptage du nombre de personnes à prendre en compte, nous avons retenu dans la suite de l'étude, les propositions formulées dans la Fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

La détermination des équivalents personnes a pris en compte les éléments suivants :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs et friches/ zone boisée)
On estime qu'il y a 1 personne par tranche de 100 ha.
- Chemin de promenade, de randonnée
On estime qu'il y a 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

10.4 PHD1B : EXPLOSION DU CIEL GAZEUX DU DIGESTEUR VIDE

10.4.1 ESTIMATION DE LA PROBABILITE

Le phénomène d'explosion du digesteur vide est un phénomène possible mais peu probable. Il s'est déjà produit dans le secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives visant à réduire sa probabilité.

De plus, la vidange du digesteur a lieu tous les 10 ans, et fait l'objet de procédures très strictes.

La classe de probabilité associée à l'évènement redouté est **D**, par une approche qualitative.

10.4.2 EVALUATION DE LA GRAVITE

Les effets irréversibles impactent le chemin rural sur 35 m et le champ cultivé. **Le nombre de personnes exposées aux effets irréversibles est estimé à moins d'1 personne, soit un niveau de gravité H1.**

10.4.3 EVALUATION DE LA CINETIQUE

Le phénomène dangereux d'explosion de digesteur est un phénomène à cinétique **rapide**.

10.5 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DÉTAILLÉE DES RISQUES

10.5.1 TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX MAJEURS

Phénomènes dangereux	Distances des effets thermiques (en m)			Distances des effets de surpression (en m)				Fréquence	Niveau de gravité
	3 kW/m ² SEI	5 kW/m ² SPEL	8 kW/m ² SELS	20 mbar	50 mbar SEI	140 mbar SPEL	200 mbar SELS		
PhD1b : Explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie - Digesteur vide	/	/	/	90	45	Non atteint	Non atteint	D	H1 Modéré

10.5.2 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DES RISQUES – CRITICITÉ

La matrice MMR résultant de l'analyse des risques est la suivante :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré		PhD1b			

10.5.3 CONCLUSION

Suite à l'analyse des risques présentés par le projet, seul un phénomène dangereux est susceptible d'avoir des effets à l'extérieur du site : Le phénomène d'explosion du ciel gazeux à la stœchiométrie du digesteur vide.

Ce scénario est peu probable étant donné que la fréquence de vidange du digesteur est estimée à 10 ans. De plus, il impacte uniquement pas des effets irréversibles une faible portion du chemin rural en limite de site.

- ⇒ Toutes les mesures de maîtrise des risques ont été envisagées et mises en œuvre, dans la mesure du techniquement et économiquement réalisable.