



**Unité de méthanisation BIODÉAC
Loudéac (22)**

Dossier de porter-à-connaissance

PJ N°8 : Etude de dangers



SAS BIODEAC

Site BIODEAC – LOUDEAC (22)

Mise à jour de l'étude de dangers dans le cadre des modifications apportées au site

Rapport

Réf : CACILB190806 / RACILB03683-03

KAD / VAL-JPT

30/06/2020



SAS BIODEAC

Site BIODEAC – LOUDEAC (22)

Mise à jour de l'étude de dangers dans le cadre des modifications apportées au site

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport initial	08/08/2019	01	K. DANIEL 	V.ALLPORT 	V.ALLPORT 
Rapport final	30/03/2020	02	K. DANIEL 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 
Rapport final	30/06/2020	03	K. DANIEL 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACILB190806 / RACILB03683-03
Numéro d'affaire :	A37794
Domaine technique :	IC05
Mots clé du thésaurus	ETUDE DE DANGERS METHANISATION DECHETS

BURGEAP Agence Loire-Bretagne • 9 rue du Chêne Lassé – 44800 Saint-Herblain Cedex
Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • Fax 33 (0) 2 40 85 68 50 • burgeap.nantes@groupeginger.com

SOMMAIRE

Table des matières

Introduction	7
1. Description du site et de son environnement	8
1.1 Description de l'environnement	8
1.1.1 Localisation du site.....	8
1.1.2 Intérêts à protéger.....	9
1.1.3 Identification des agressions d'origine externe.....	10
1.2 Description du site	22
1.2.1 Présentation de l'installation de méthanisation prévue à l'origine.....	22
1.2.2 Nature et localisation des modifications.....	23
2. Caractérisation des potentiels de danger	23
2.1 Potentiels de dangers du site	23
2.1.1 Dangers liés aux produits.....	24
2.1.2 Dangers présentés par les installations du site.....	29
2.1.3 Dangers liés aux activités et installations annexes.....	33
2.2 Réduction des potentiels de dangers	35
2.2.1 Principe de substitution.....	35
2.2.2 Principe d'intensification.....	35
2.2.3 Principe d'atténuation.....	36
2.2.4 Limitation des effets.....	36
3. Accidentologie – retour d'expérience	38
3.1 Accidents sur le site.....	38
3.2 Accidents recensés sur les sites de Fonroche.....	38
3.3 Base de données du BARPI.....	38
4. Analyse préliminaire des risques (APR)	41
4.1 Analyse des risques - méthodologie.....	41
4.2 Analyse préliminaire des risques sur le projet initial.....	43
4.3 Analyse préliminaire des risques des modifications apportées.....	45
4.4 Synthèse des Evénements Redoutés Centraux (ERC) du site à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR).....	49
5. Evaluation des distances d'effets	52
5.1 Contexte réglementaire – seuils d'effets.....	52
5.2 PhD n°15 : Explosion du digesteur.....	53
5.2.1 Projet de 2015.....	53
5.2.2 Projet actuel.....	56
5.3 PhD n°21 : Explosion du post-digesteur.....	58
5.3.1 Projet de 2015.....	58
5.3.2 Projet actuel.....	59
5.4 PhD n°55 : Explosion du caisson épuration/compression.....	61
5.4.1 Projet de 2015.....	61
5.4.2 Projet actuel.....	63
5.5 PhD n°33 : UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane.....	64
5.5.1 Modélisation issue des modifications projetées en 2015.....	64
5.5.2 Projet actuel.....	68
5.6 PhD n°23 : UVCE d'un nuage de biogaz suite à la rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	73
5.6.1 Projet de 2015.....	73

5.6.2	Projet actuel	77
5.7	PhD n° 60 : Dispersion d'un nuage de biogaz suite à la rupture d'une canalisation de biogaz	84
5.8	Dangers liés au remplacement de la chaudière mixte	84
5.9	Synthèse des résultats	85
5.10	Etude des potentialités d'effets dominos	88
5.11	Analyse détaillée des risques	89
5.11.1	Gravité des phénomènes dangereux	90
5.11.2	Probabilité d'occurrence P	92
5.12	Méthode d'évaluation de la probabilité du PhD	93
5.12.1	Caractérisation du PhD par sa fréquence d'occurrence	94
5.12.2	Cinétique C	101
5.12.3	Grille de criticité	102
6.	Mesures de prévention, de protection et d'intervention	103
6.1	Mesures générales de prévention et de protection	103
6.1.1	Mesures de prévention	103
6.1.2	Mesures de protection	104
6.2	Mesures spécifiques de prévention et de protection	105
6.2.1	Mesures intégrées à la conception	105
6.2.2	Mesures spécifiques aux cuves de stockage de produits chimiques	106
6.2.3	Mesures spécifiques aux colonnes d'hygiénisation	106
6.2.4	Mesures spécifiques aux digesteurs	106
6.2.5	Mesures spécifiques aux post-digesteurs	107
6.2.6	Mesures spécifiques aux canalisations de biogaz	107
6.2.7	Mesures spécifiques aux compresseurs de biogaz	107
6.2.8	Mesures spécifiques aux unités de combustion	108
6.3	Moyens de secours et d'intervention	108
6.3.1	Dispositions techniques	108
6.3.2	Organisation des secours	109
6.4	Surveillance – gardiennage	110
6.5	Bassin de rétention des eaux d'extinction	110
	CONCLUSION	111

TABLEAUX

Tableau 1: Effectif total de la population	9
Tableau 2 : Intrants prévus dans le cadre du projet	22
Tableau 3 : Limites d'explosivité du biogaz selon 4 compositions différentes	25
Tableau 4 : : Caractéristiques d'explosion du biogaz saturé en eau	25
Tableau 5 : Seuils des effets toxiques de l'hydrogène sulfuré	26
Tableau 6 : Troubles liés à l'anoxie	27
Tableau 7 : Caractéristiques des produits liquides et solides divers stockés et utilisés sur le site.....	28
Tableau 8 : Principales situations à risques.....	38
Tableau 9 : Synthèse des phénomènes dangereux associés aux installations du projet BIODEAC	43
Tableau 10 : Tableau d'analyse préliminaire des risques	45
Tableau 11 : Liste des ERC.....	49
Tableau 12 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets de surpression.....	52
Tableau 13 : Valeurs seuil retenues pour l'estimation des effets thermiques	53
Tableau 14 : Formule des distances de surpressions pour un indice de sévérité de 10.....	54
Tableau 15 : Effets de surpression suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15.....	54
Tableau 16 : Effets de surpression suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15.....	56
Tableau 17: Effets de surpression suite à l'explosion d'un post-digesteur – PhD n°21	58
Tableau 18 : Effets de surpression suite à l'explosion du nouveau post-digesteur – PhD n°21	59
Tableau 19 : Effets de surpression suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55	62
Tableau 20 : Effets de surpression suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55	63
Tableau 21: Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	65
Tableau 22 : Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	66
Tableau 23 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	68
Tableau 24 : Effets de thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	71
Tableau 25 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	74
Tableau 26 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	76
Tableau 27: Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur – Nouvelle configuration	78
Tableau 28 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur – Nouvelle configuration.....	81
Tableau 29 : Tableau des distances maximum des seuils d'effets toxiques à hauteur d'homme pour une durée d'exposition de 30 minutes	84
Tableau 30 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes étudiés suite aux modifications envisagées par la SAS BIODEAC sur le site.....	86
Tableau 31 : Moyens de prévention envisagés par la SAS BIODEAC pour limiter les effets domino internes au site	88
Tableau 32 : Echelle de gravité des phénomènes dangereux	90
Tableau 33 : Détermination de la gravité de chacun des scenarii majeurs.....	92
Tableau 34 : Justification de la probabilité du PhD 23	95
Tableau 35 : Justification de la probabilité du PhD 55	98

FIGURES

Figure 1 : Localisation du site dans son environnement	8
Figure 2 : Localisation des riverains et des ERP les plus proches du site.....	10
Figure 3 : Zones inondables à proximité de BIODEAC	11
Figure 4 : Risque inondation par remontée de nappes (source BRGM).....	12
Figure 5 : Rose des vents pour la station de Plouguenast (1987 – 2010).....	13
Figure 6 : Carte des couloirs aériens basse altitude	15
Figure 7: Carte du réseau très basse altitude défense (RTBA).....	16
Figure 8 : Carte des couloirs aériens haute altitude	17
Figure 9 : Carte du réseau haute altitude défense	17
Figure 10 : Localisation des clubs d'ULM en Bretagne	18
Figure 11 : Risques technologiques recensés à proximité du site BIODEAC (Extrait du PLU).....	20
Figure 12: Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15	55
Figure 13 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15	56
Figure 14 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion d'un post-digesteur – PhD n°21	58
Figure 15 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du nouveau post-digesteur – PhD n°21	60
Figure 16 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55	62
Figure 17: Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55	63
Figure 18 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	65
Figure 19 : Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	67
Figure 20 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	69
Figure 21: Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33	71
Figure 22 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	74
Figure 23 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	76
Figure 24 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	79
Figure 25 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur.....	82
Figure 26 : Modèle d'analyse des risques en « Nœud Papillon »	89
Figure 27 : Tableau récapitulatif de la probabilité d'occurrence P	93
Figure 28 : Nœud-papillon – PhD 23	94
Figure 29 : Nœud-papillon – PhD 55	98
Figure 30 : Grille de criticité résiduelle	102

ANNEXES

Annexe 1. Plan de masse à jour du site BIODEAC

Introduction

FONROCHE, par sa filiale BIODEAC, possède un site de méthanisation en cours de construction sur la commune de Loudéac, dans le département des Côtes d'Armor.

Elle envisage d'apporter des modifications à son unité de méthanisation avec injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel.

Les modifications apportées sont les suivantes :

- Changement d'implantation de l'épurateur/compresseur du biogaz ;
- Changement d'implantation et remplacement de la chaudière mixte initialement prévue par une chaudières gaz naturel ;
- Changement de la capacité du digesteur : passage de 8 000 m³ à 9 500 m³, avec modification du ciel gazeux du digesteur à 1 000 m³ au lieu de 700 m³;
- Suppression de l'un des 2 post-digesteurs et changement de la capacité du post-digesteur : passage à 3 000 m³. De plus, le ciel gazeux du post-digesteur est modifié par rapport au projet initial puisqu'il passe à 2 000 m³ ;
- Ajout de 2 cuves béton aériennes couvertes de 200 m³ et d'une cuve de 2500 m³ pour le stockage du digestat ;
- Suppression du stripping.

A ce jour, le site de BIODEAC est un site classé au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) de par les activités et les équipements prévus. Il a fait l'objet d'un arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter daté du 31 mars 2017.

Compte-tenu du classement ICPE du site et des modifications envisagées, la SAS BIODEAC se doit d'en informer l'administration en déposant un dossier de Porter à Connaissance (PAC).

Dans ce cadre, BIODEAC a mandaté BURGEAP pour la réalisation de la mise à jour de l'étude de dangers de 2015 (réalisée par l'APAVE), s'appuyant sur les deux mises à jour réalisées en 2015 et 2018 par BURGEAP, qui constitue le présent rapport.

Plusieurs scénarios accidentels de l'étude de dangers de 2015 ont été revus, comme détaillé au paragraphe 5.

Le présent rapport présente à la fois les dangers spécifiques associés au projet et les ERC (Evénements Redoutés Centraux) issus de l'étude de 2015 mis à jour suite aux modifications prévues sur site.

1. Description du site et de son environnement

1.1 Description de l'environnement

1.1.1 Localisation du site

Le site BIODEAC est localisé à proximité de la commune de Loudéac dans le département des Côtes d'Armor (22), au lieu-dit « Le Petit Calouët ».

L'environnement proche du site présente :

- au nord : un affluent de l'Oust et la station d'épuration de la commune en limite de propriété, des parcelles agricoles et des habitations plus ou moins éparses (distantes de 45 à 115 m),
- à l'est : la rue de Calouët, la société MPS France et des parcelles agricoles ;
- au sud : l'ancienne voie ferrée en limite de propriété, la zone industrielle de Calouët et une habitation (à environ 60 m) ;
- à l'ouest : des parcelles agricoles.

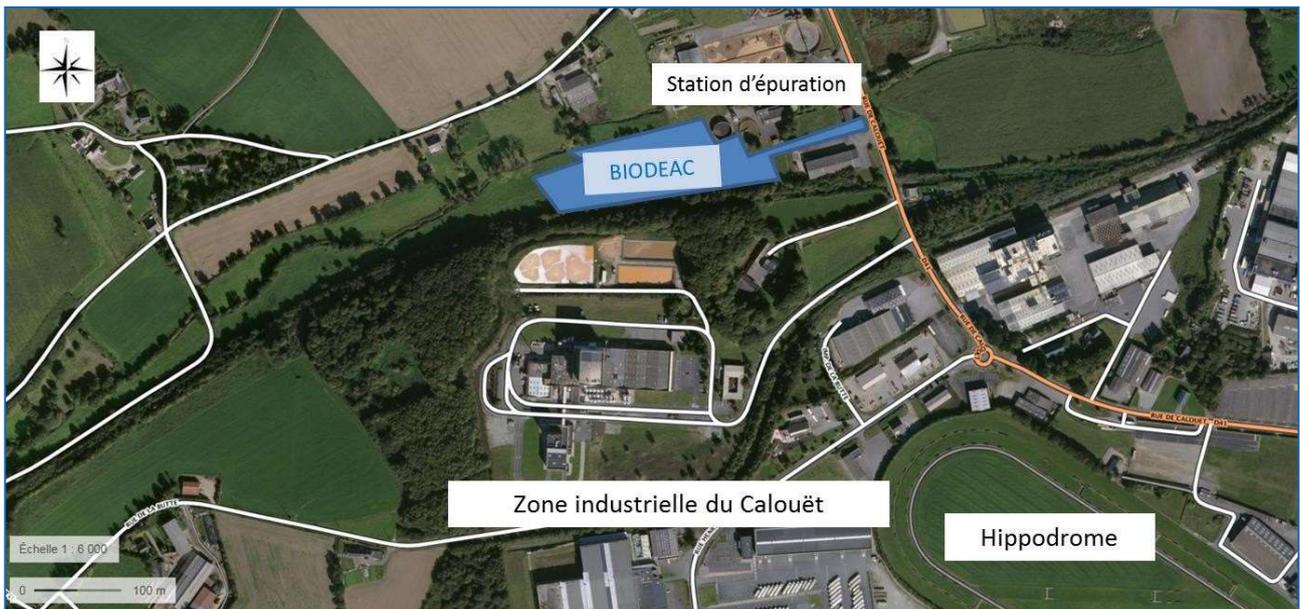


Figure 1 : Localisation du site dans son environnement

Les habitations les plus proches sont situées à 45 m au nord.

1.1.2 Intérêts à protéger

► Population générale

Les communes susceptibles d'être impactées par les rejets du futur site de SAS BIODEAC sont celles situées dans un rayon de 5 km autour du site, soit la commune de Loudéac.

Une description de la population riveraine susceptible d'être impactée par les émissions du futur site de SAS BIODEAC est présentée ci-après (effectif total, répartition par tranche d'âge, par sexe et par type de résidence). Cette description, réalisée à partir des données INSEE à l'échelle communale (données 2015), sera utile pour définir les scénarios d'exposition aux émissions du site.

Tableau 1: Effectif total de la population

Communes	Population totale (hab)	Superficie (km ²)	Densité (hab/km ²)
Loudéac	9 615	80,2	119,8

Source : Insee (2015)

La population résidant dans la zone d'étude a été caractérisée à l'échelle communale. Ce recensement majore les effectifs du domaine d'étude étant donné qu'une seule partie de la commune est incluse dans la zone d'impact potentiel.

L'analyse des données démographiques montre que la population de la commune concernée est relativement homogène :

- La densité de population est de 119,8 habitants au kilomètre carré, caractéristique d'un environnement rural ;
- L'habitat est composé principalement de maisons individuelles (98 %) ;
- La population selon les classes d'âge est homogène avec une part plus importante de personnes âgées de 45 à 59 ans (21 % contre 14 à 17 % pour les autres tranches d'âge) ;
- La quasi-totalité de la population réside toute l'année sur la zone, avec toutefois une proportion notable d'environ 10 % de logements vacants.

► ERP¹, et Populations sensibles et Riverains du site

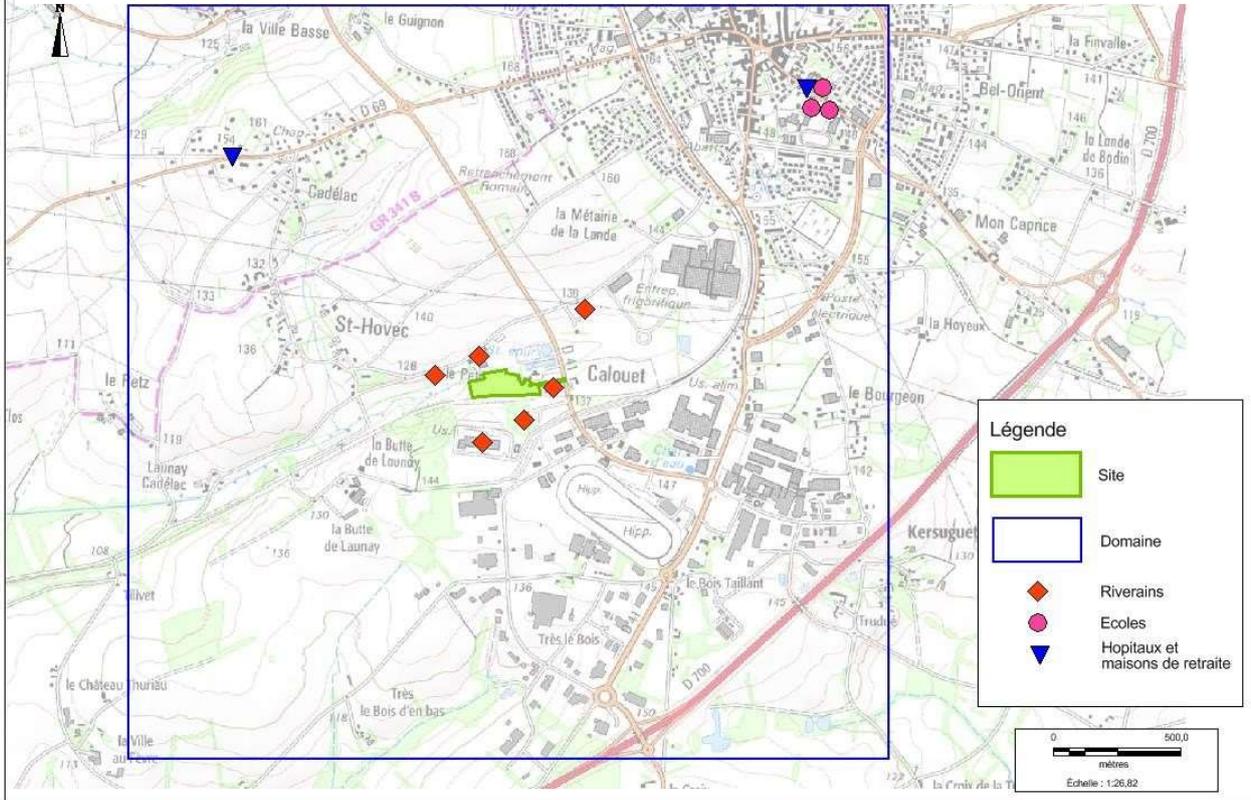
Dans la zone d'impact potentielle considérée :

- Les ERP et les établissements pouvant recevoir, compte tenu de leur âge ou de leur état de santé, des populations dites « sensibles », à savoir écoles, établissement de santé, crèches et maisons de retraite sont peu nombreux. En effet, seuls deux établissements ont été recensés ;
- Les riverains peuvent être considérés comme les populations les plus impactées. En effet, les premiers riverains sont plus proches du site que les ERP et les établissements « sensibles », et leur temps d'exposition est plus élevé que celui des personnes fréquentant les ERP.

¹ ERP : Établissements Recevant du Public

L'ensemble des ERP, Établissements « sensibles » et riverains les plus proches du site sont localisés sur la figure suivante.

Figure 2 : Localisation des riverains et des ERP les plus proches du site



Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans le voisinage du site.

1.1.3 Identification des agressions d'origine externe

1.1.3.1 Climat

(Source : Météo France, station de Plouguenast)

Le climat breton se classe parmi les climats océaniques tempérés de la façade ouest de l'Europe. L'influence des vents et des courants marins modère les variations diurnes et saisonnières des températures. Cependant, les changements de temps peuvent être brutaux. Le climat de Loudéac est un climat à dominante océanique.

Les caractéristiques du climat local s'appuient sur des données de Météo France. Elles ont été mesurées à la station de Plouguenast (la plus proche du site de BIODEAC, à une distance de 14 km).

► Température

Le climat du département des Côtes-d'Armor est de type océanique dégradé, sous influence du climat continental, avec des hivers doux et des étés frais.

La température moyenne est de 11,0°C. La température minimale moyenne est de 7,2°C, et la température maximale moyenne est de 14,7°C.

Le gel n'aura pas de conséquences sur les installations du site. A noter, en effet, que les soupapes des digesteurs seront protégées contre le gel par un calorifuge ou par une couverture chauffante.

Les températures ne seront pas retenues comme cause d'accident potentiel sur les installations du projet de méthanisation de BIODEAC.

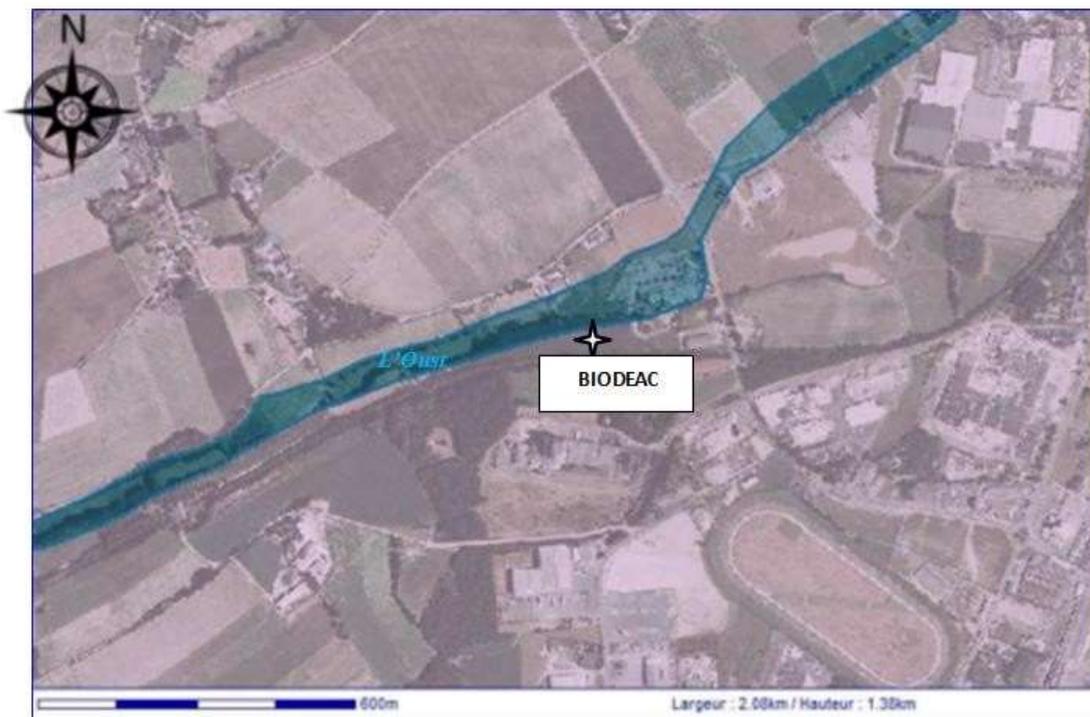
► Pluviométrie– Inondation

Sous l'influence d'un climat océanique dégradé et continental, l'humidité est assez importante et les pluies sont assez fréquentes. Elles sont plutôt bien réparties sur l'année (80 mm par mois en moyenne).

La hauteur annuelle moyenne des précipitations aux alentours de Loudéac est de 960,6 mm, valeur supérieure à la moyenne nationale de 770 mm annuels. Le mois le plus pluvieux est le mois de décembre, avec une moyenne de 115,8 mm mensuels.

Le record de hauteur quotidienne de précipitations a été enregistré le 8 juin 1993, pour une hauteur de 70,0 mm de pluie tombés en une seule journée.

Figure 3 : Zones inondables à proximité de BIODEAC



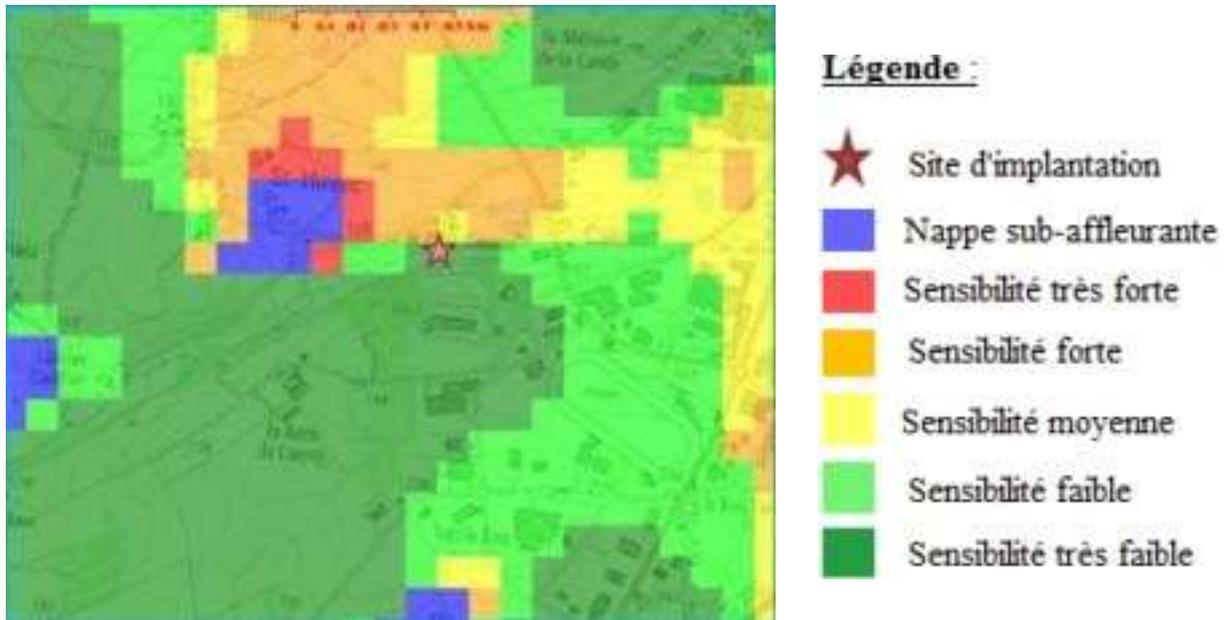
De par la présence de l'Oust au nord de la parcelle, cette dernière est susceptible de subir des inondations. A ce jour, aucun PPRI n'est prescrit ou en cours de réalisation pour la commune de Loudéac.

Source : <http://cartorisque.prim.net/>

Les inondations peuvent également être dues à des phénomènes de remontées de nappes.

La carte ci-dessous présente la zone comprenant le futur site d'implantation de BIODEAC ainsi que les zones plus ou moins sensibles au risque d'inondation par remontée de nappe.

Figure 4 : Risque inondation par remontée de nappes (source BRGM)



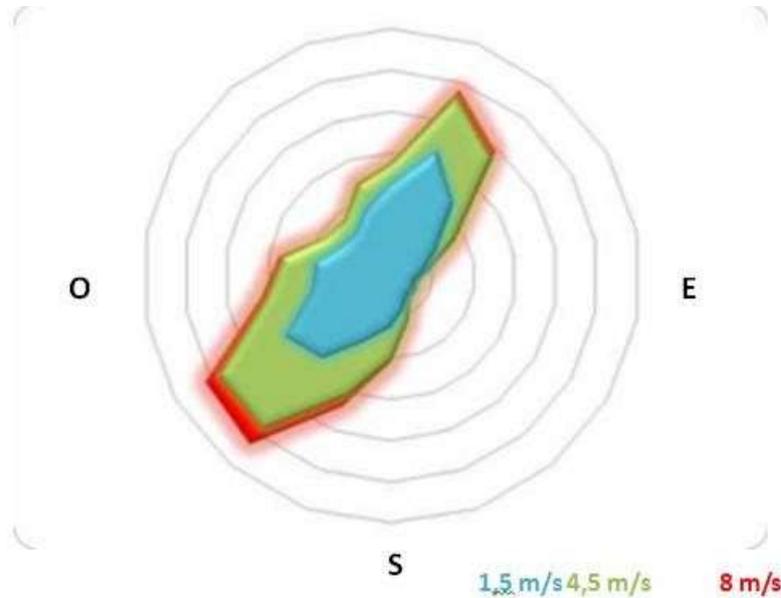
Le site est situé en sensibilité faible pour sa partie sud, et forte pour sa partie nord. Ce risque est donc à considérer pour le projet.

► Vents

La rose des vents fait apparaître des vents dominants orientés en secteurs Nord-Est ainsi que Sud/Sud-Ouest.

En ce qui concerne la répartition des vitesses, 96,0% des vents sont faibles à modérés (vitesse inférieure à 8 m/s = 28,8 km/h).

Figure 5 : Rose des vents pour la station de Plouguenast (1987 – 2010)



On parle de tempête lorsque les vents atteignent des vitesses de 89 km/h (soit degré 10 sur l'échelle de Beaufort). Les tornades sont comprises dans ce type de risque (vitesse des vents de l'ordre de 450 km/h).

La Bretagne est la première région de France touchée par les tempêtes. Phénomène très variable, il est très difficile à prévoir. Les zones les plus touchées restent les zones littorales et les vallées. Le site de BIODEAC, situé au milieu des terres, sera plus épargné que les côtes.

Il existe des normes de construction et d'aménagement du site qui seront respectées lors de la construction de BIODEAC, et les alertes météorologiques seront surveillées tout au long du fonctionnement du site.

Les vents ne seront pas retenus comme cause d'accident potentiel sur les installations du projet de méthanisation de BIODEAC. Toutefois, le régime et la direction des vents sont des informations pertinentes à conserver et à mettre à jour car utiles en cas de fuite de biogaz et de nécessité d'évaluer les effets toxiques de l'H₂S présent dans le biogaz (moins de 1% d'H₂S dans le biogaz).

► Neige

Le département des Côtes d'Armor est en zone A1 selon la "règle neige et vent" NV65 – Février 2009 (DTU P06-002), zone où la charge est la plus faible.

Les risques liés à la neige ne seront pas retenus comme cause d'accident potentiel sur les installations du projet de méthanisation de BIODEAC.

1.1.3.2 Feux de forêts

Le département des Côtes-d'Armor est caractérisé par de nombreux massifs forestiers de faible superficie et de zones de landes touristiques. Le département des Côtes-d'Armor est l'un des départements de Bretagne le moins menacé par le risque de feux de forêt, contrairement au Finistère et au Morbihan, comme l'atteste l'un des feux les plus importants de la région localisé dans la région de Brasparts en 2000.

Le risque feu de forêt n'est donc pas un risque majeur important dans les Côtes d'Armor, qui provient essentiellement de zones de landes.

Les zones à risques avec enjeux concernent les massifs forestiers les plus importants du département, des zones forestières de superficie moins importante ou des zones naturelles touristiques très fréquentées (DDRM, Côtes d'Armor, 2015).

La commune de Loudéac présente un risque plus élevé, avec la forêt de Loudéac. Compte tenu de la localisation du site de BIODEAC, éloigné du massif forestier, ce risque semble peu avéré.

1.1.3.3 Foudre

L'étude du risque foudre a été mise à jour en 2019. Les données concernant le risque foudre y sont développées.

1.1.3.4 Séisme

Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur le long de failles dans la croûte terrestre (rarement en surface). Le séisme génère des vibrations importantes du sol qui sont ensuite transmises aux fondations des bâtiments.

Le zonage sismique français en vigueur à compter du 1er mai 2011 est défini dans les Décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité.

La Bretagne est en zone risque 2 (zone de faible sismicité) en ce qui concerne les séismes.

La Bretagne présente plusieurs épicentres d'intensité variable. Le plus proche de Loudéac est situé à 14 km et serait de magnitude 4 à 4.5. Le dernier séisme ressenti à Loudéac eut lieu le 30 septembre 2002. Il fut estimé à une magnitude de 4 sur la commune.

Les risques liés à un séisme ne seront pas retenus comme cause d'accident potentiel sur les installations du projet d'unité de méthanisation de BIODEAC.

En effet, l'étude de dangers du site prend en compte les scénarios les plus pénalisants pouvant se produire sur ces installations. Le séisme ne constitue donc pas une cause d'accident ayant des effets plus graves que ceux annoncés dans l'étude de dangers.

1.1.3.5 Mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou rapides (quelques centaines de mètres par jour).

Très peu de mouvements de terrains ont été recensés en Côtes d'Armor, et aucun sur la commune de Loudéac. Les plus récents datent de 1995 à Lanmodez (100 km).

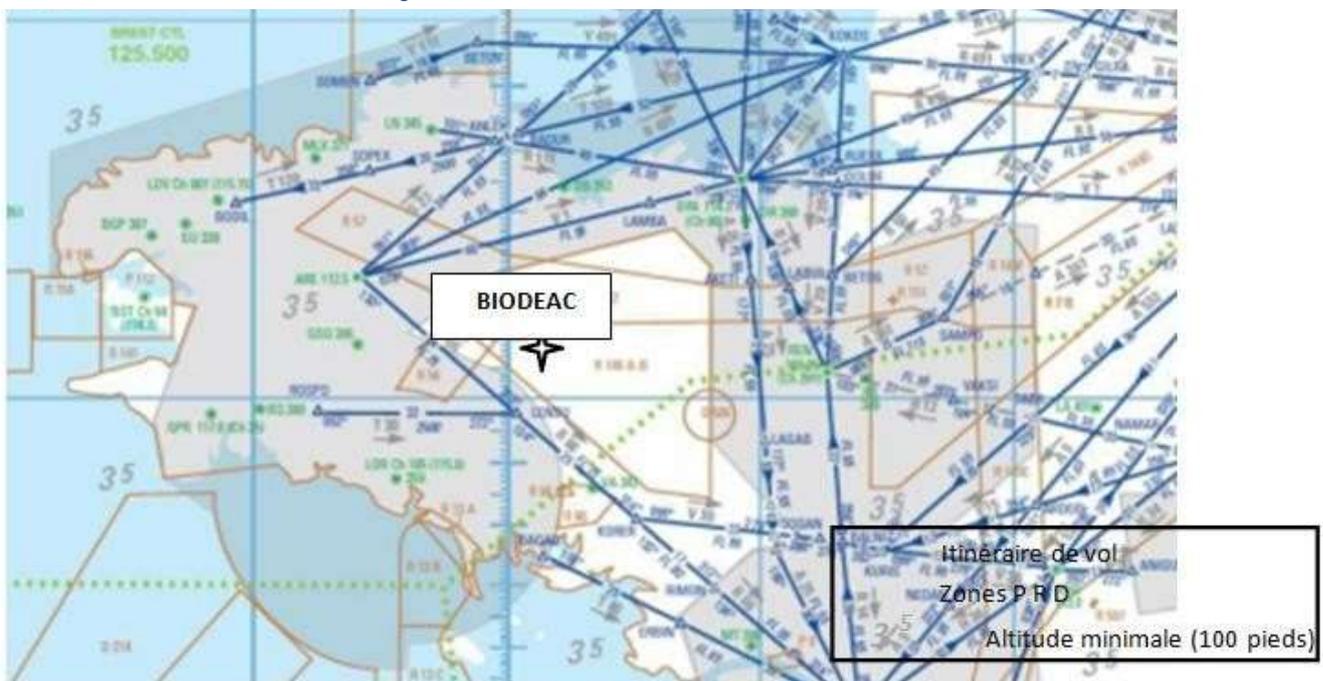
Les mouvements de terrain ne présentent donc pas un risque majeur pour l'installation. La qualité des sols sera tout de même surveillée pour éviter tout risque de mouvement de terrain.

Aucune cavité souterraine n'est présente à Loudéac. De plus, les aléas de gonflements-retraits des argiles sont majoritairement faibles à inexistant. Les probabilités de mouvement de terrain sont donc très réduites.

1.1.3.6 Chute d'aéronefs

L'aérodrome le plus proche est l'aérodrome de Pontivy, situé à 16 km du site d'implantation. Cet aérodrome ne posera pas de soucis, d'une part à cause de la distance qui le sépare du site, d'autre part, comme nous le montre la Figure ci-dessous, le site d'implantation se trouve au beau milieu d'une zone R (zone réglementée), obligeant les avions en basse altitude à éviter cette zone.

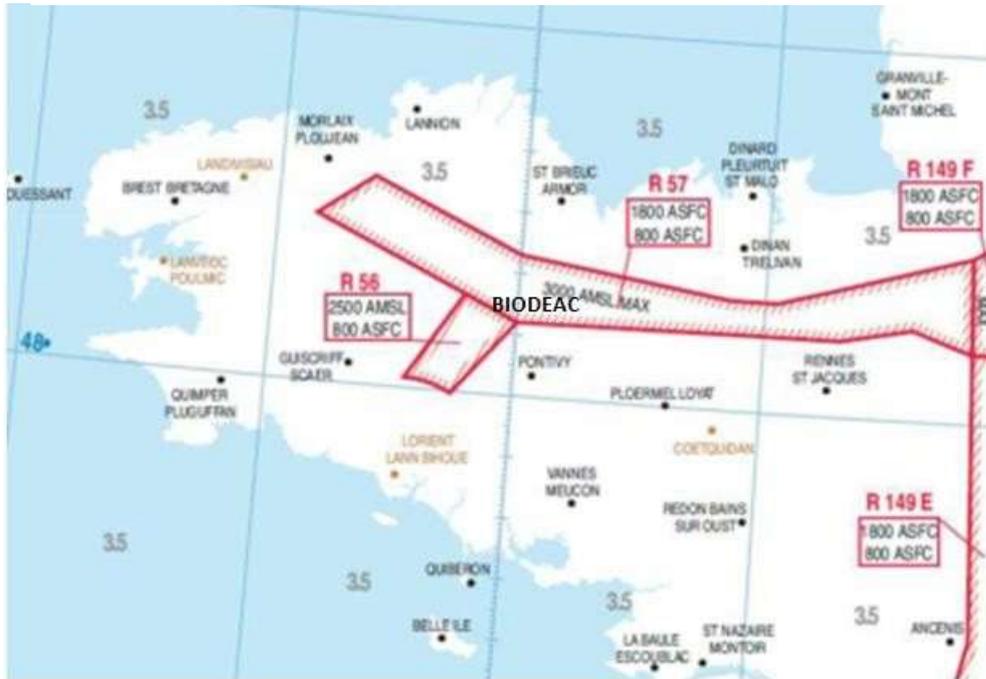
Figure 6 : Carte des couloirs aériens basse altitude



Source : DIRection de la Circulation Aérienne Militaire

Cette zone est règlementée car sert pour l'entrainement des forces militaires (Cf. figure suivante). Le couloir utilisé par les avions militaires est situé au nord du site d'implantation. Mais la zone peut être utilisée pour les manœuvres. En général, toutes les précautions sont prises par l'armée de l'air pour éviter tout accident lors de leurs entrainements en vol.

Figure 7: Carte du réseau très basse altitude défense (RTBA)



Source : DIRection de la Circulation Aérienne Militaire

Les deux axes aériens haute altitude les plus proches du site sont des CDR (Coded Departure Routes) (Cf. Figure suivante). Ce sont des trajectoires conditionnelles qui ne sont employées que dans certaines conditions (contrairement aux PDR, PreDetermined Routes, les routes permanentes).

Cette zone est une zone surveillée en permanence pour éviter tout problème avec les militaires en exercice.

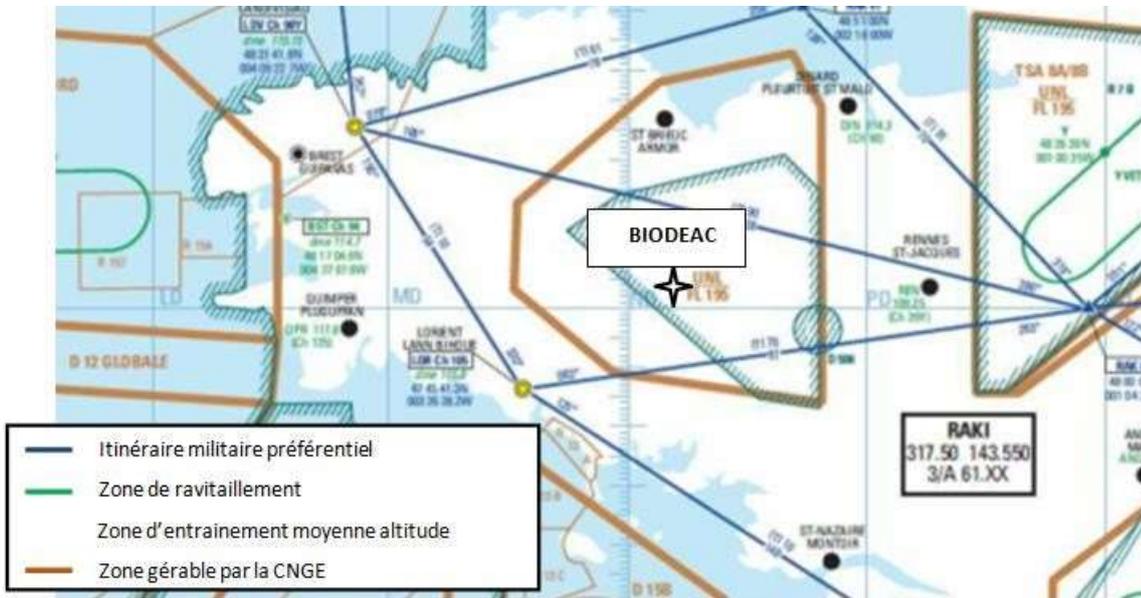
Figure 8 : Carte des couloirs aériens haute altitude



Source : DIRection de la Circulation Aérienne Militaire

Il existe aussi un axe de vol moyen altitude utilisé par les militaires.

Figure 9 : Carte du réseau haute altitude défense



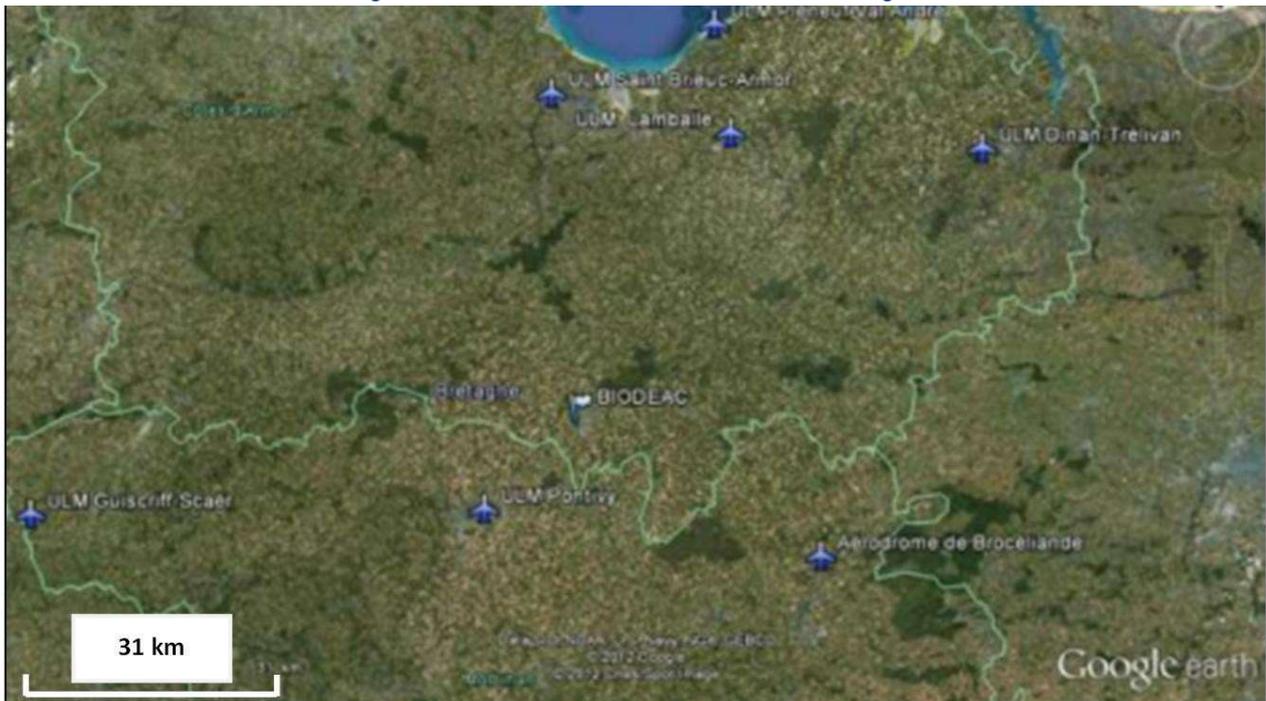
Source : DIRection de la Circulation Aérienne Militaire

Les ULM peuvent en revanche passer dans la zone car ils ne sont pas limités dans l'espace comme les autres aéronefs.

Ils sont cependant au courant de la présence de cette zone d'entraînement, et l'évitent donc de leur propre chef dans la mesure du possible pour éviter tout accident.

La figure suivante présente la localisation des divers sites accueillant des ULM en Bretagne.

Figure 10 : Localisation des clubs d'ULM en Bretagne



Les ULM n'ont pas de plan de vols prédéfinis comme les autres engins volants motorisés, mais n'ont pas non plus une très grande autonomie. Les ULM en provenance de l'aérodrome de Pontivy ou de l'aérodrome de Brocéliande pourraient passer à proximité de Loudéac.

Le site de BIODEAC n'est pas situé à proximité immédiate d'un aéroport, ni d'un aérodrome. Les risques liés aux aéronefs ne sont donc pas à prendre en compte à ce niveau-là.

Le site de BIODEAC se trouve sous la trajectoire de couloirs aériens. Cependant, les probabilités d'écrasement des avions en cours de vol, à l'extérieur de la zone des manœuvres d'atterrissage et de décollage étant très faibles (estimées à $3 \cdot 10^{-13}$ accidents/an/m² pour les gros appareils, et $0,6 \cdot 10^{-10}$ à $7 \cdot 10^{-10}$ accidents/an/m² pour les petits appareils (De Grandmont, 1994)), cette situation ne présente aucun risque majeur vis-à-vis de la chute d'aéronefs.

La chute d'aéronefs ne sera donc pas retenue comme cause d'accident potentiel sur les installations du projet d'unité de méthanisation de BIODEAC.

1.1.3.7 Transport de Marchandises Dangereuses (TMD)

Les matières dangereuses peuvent être acheminées par divers types de transports : par canalisation, par route, par voie ferrée ou encore par voie fluviale.

Compte tenu de la diversité des produits transportés et des destinations, un accident de TMD peut survenir pratiquement n'importe où dans le département.

Cependant certains axes présentent une potentialité plus forte du fait de l'importance du trafic et de leur proximité avec les principaux sites industriels ou d'habitation.

Les lignes ferroviaires concernées par le transport de matières dangereuses sont :

- Ligne Paris-Brest (transport d'ammonitrates)
- Ligne Saint-Brieuc-Loudéac (12 trains transportant des ammonitrates par an, 20 000 tonnes par an, 8 trains transportant des engrais NPK par an)
- Ligne Guingamp – Carhaix (20 000 tonnes d'ammonitrates par an)

Les principaux axes routiers où s'effectuent un transport de matières dangereuses :

- la RN12 (Rennes-Brest) ;
- la RN164 ;
- la RD700 (855 poids lourd par jour) ;
- la RN176.

La commune de Loudéac est concernée par le risque routier et ferroviaire.

La RN 164, passant sur la commune de Loudéac, est un des principaux axes de Transport de Matières Dangereuses (TMD) du département. Cependant il paraît peu probable qu'un accident impliquant un camion transportant des matières dangereuses circulant sur cet axe puisse avoir un impact sur les installations du projet, du fait de la distance les séparant (**environ 3 km**).

La voie ferrée Saint-Brieuc-Loudéac est concernée par le transport de matières dangereuses vis à vis du **transport** d'engrais et d'ammonitrates.

Le site de BIODEAC est donc concerné par le risque lié au transport de matières dangereuses par voie ferrée.

Par ailleurs, concernant le risque transport de matières dangereuses par canalisations, la commune est également concernée.

Le principal risque concernant les canalisations de transport de produits dangereux est lié à la **rupture guillotine** d'une conduite, notamment par arrachement ou destruction lors de travaux effectués à proximité de cette dernière.

Le risque lié au transport de matières dangereuses par voie ferrée ou canalisation, comme cause d'accident potentiel, est donc à prendre en compte dans l'analyse des risques du projet d'unité de méthanisation BIODEAC.

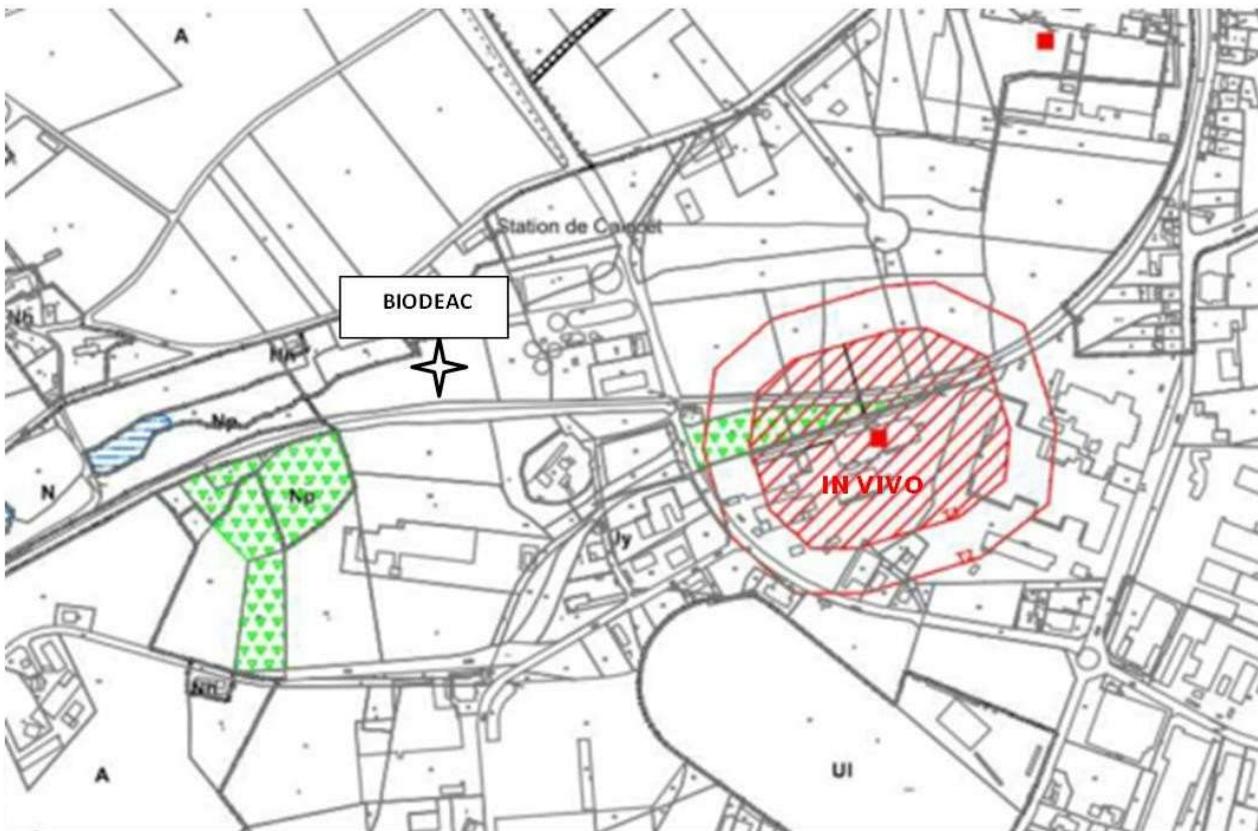
1.1.3.8 Sites industriels

La commune de Loudéac compte plusieurs Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, dont certaines sont soumises au régime de l'Autorisation. On recense des risques potentiels venant de 5 établissements :

- 1 établissement industriel (Eolys Union, anciennement Dynal) disposant d'un silo soumis à l'arrêté ministériel du 29/07/98 ;
- 3 établissements disposant d'une installation de réfrigération à l'ammoniac soumise à l'arrêté ministériel du 19/07/97 ;
- 1 établissement (Société IN VIVO) classé SEVESO seuil bas à cause du stockage d'engrais (ammonitrates) ;
- 1 établissement (société NITROBICKFORD) classé SEVESO seuil haut à cause du stockage d'explosifs.

Le PLU de la commune intègre les périmètres de dangers associés aux établissements SEVESO. Comme représenté ci-dessous le site BIODEAC n'est pas impacté par les zones de dangers de l'établissement IN VIVO situé à environ 250 m.

Figure 11 : Risques technologiques recensés à proximité du site BIODEAC (Extrait du PLU)



1.1.3.9 Sites nucléaires

La commune de Loudéac n'est pas concernée par le risque nucléaire. Aucune centrale nucléaire n'est présente sur le sol Breton. Le risque nucléaire est donc très limité.

Le risque nucléaire ne sera donc pas considéré dans l'analyse des risques.

1.1.3.10 Rupture de barrage

Le barrage le plus proche est à une vingtaine de kilomètres en amont de l'Oust (barrage de Bosméléac), situé dans la commune d'Allineuc. Le bassin recouvre 72 ha et a une profondeur allant de 2 à 10m.

Sa rupture entrainerait une inondation importante des terres en aval. Le barrage de Bosméléac ne fait pas partie des « grands barrages » ($h \geq 20$ m). Il n'existe donc pas de carte du risque de barrage permettant de se donner une idée de la distance que recouvrirait l'onde de submersion dans le cas d'une rupture.

Toutefois, le barrage de Bosméléac est un « barrage-poids » en dur. C'est un type de barrage épais qui résiste très bien à la pression hydraulique.

La probabilité de rupture d'un barrage est faible au niveau mondial (1/16 000, Chine exclue), et est encore moins élevée en Europe. Une rupture sur deux se produit au moment du premier remplissage, le risque étant moins élevé pour les ouvrages en béton que pour les ouvrages en remblais.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, le risque lié à la rupture de barrage est exclu de l'analyse des risques.

1.1.3.11 Exclusion de certains événements initiateurs

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements externes suivants susceptibles de conduire à des accidents majeurs ne sont pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques :

- chute de météorite ;
- séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées ;
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome ($> 2\ 000$ m) ;
- rupture de barrage ou de digue, au sens des articles R.214-112 et R.214-113 du Code de l'Environnement ;
- actes de malveillance.

1.2 Description du site

1.2.1 Présentation de l'installation de méthanisation prévue à l'origine

L'unité de méthanisation du site BIODEAC aura une capacité de traitement de 90 500 t/an, soit une capacité de 248 t/j pour un fonctionnement de 365 jours par an, 24h sur 24. Elle produira du biogaz injecté dans le réseau de gaz.

La méthanisation est un procédé biologique qui permet de valoriser de la matière organique en produisant de l'énergie et un digestat pouvant être utilisé comme fertilisant. Elle fait appel à un procédé de biodégradation en milieu anaérobie sous l'action combinée de micro-organismes initialement présents dans le lisier ou le fumier. Une succession de réactions biologiques conduit à la formation de biogaz et de digestat.

Les camions apportant la matière organique arriveront par l'aire de circulation et déposeront leur chargement dans la fosse de réception, le broyeur ou le système d'introduction des matières solides selon la nature des déchets. La composition des intrants prévus dans le cadre de ce projet est présentée dans le tableau ci-après. Pour homogénéiser les matières entrantes provenant de la fosse de réception, celles-ci seront ensuite placées dans une cuve de mélange. Un système de traitement d'air (biofiltre + laveur) assure le traitement de l'air confiné du bâtiment de réception, de la cuve de réception et de la cuve de mélange.

Tableau 2 : Intrants prévus dans le cadre du projet

Intrants	Proportion prévue
Déchets industrie agro-alimentaires (IAA)	16%
Boues de STEP IAA	36%
Déchets agricoles	32%
Biodéchets	16%
Ordures Ménagères	0%

Source : SAS BIODEAC

Au cours du cycle de transformation, les matières entrantes sont broyées, homogénéisées puis mises dans un digesteur pour un cycle de transformation d'une durée d'environ 45 jours, à une température de 39-44°C environ et sous une pression d'environ 10 mbar. La réaction de digestion produit du biogaz et des digestats ou résidus de digestion.

Le biogaz produit est capté en partie supérieure des ouvrages (digesteur et post-digesteur), puis transféré vers une unité d'épuration et de compression du gaz disposé dans un conteneur dédié, avant injection sur le réseau de gaz. En cas d'indisponibilité prolongée du module d'épuration/compression, le biogaz est éliminé via combustion dans une torchère.

Le digestat produit est, quant à lui, utilisé en tant que fertilisant agricole par épandage sur les terres de communes environnantes.

Les installations suivantes étaient prévues dans le dossier initial :

- 1 bâtiment abritant la fosse de réception des matières organiques et les locaux techniques ;
- 2 colonnes d'hygiénisation ;
- 1 biofiltre pour le traitement de l'air odorant dans le bâtiment ;
- 1 digesteur de 8 000 m³ ;
- 1 post-digesteur de 2 500 m³ ;
- 1 torchère permettant de brûler le biogaz en cas d'atteinte des limites de stockage afin d'éviter les surpressions ou d'indisponibilité du module d'épuration/compression ;
- 1 cuve de stockage de 1 500 m³ pour le digestat ;

- 1 bassin de rétention des eaux de pluie et des eaux d'extinction d'incendie ;
- 1 pont à bascule.

1.2.2 Nature et localisation des modifications

La SAS BIODEAC prévoit de modifier légèrement les installations initialement prévues. Ces modifications sont les suivantes :

- Changement d'implantation de l'épurateur/compresseur du biogaz ;
- Changement d'implantation et remplacement de la chaudière mixte initialement prévue par une chaudière gaz naturel ;
- Changement de la capacité du digesteur : passage de 8 000 m³ à 9 500 m³, avec modification du ciel gazeux du digesteur à 1 000 m³ au lieu de 700 m³;
- Suppression de l'un des 2 post-digesteurs et changement de la capacité du post-digesteur : passage à 3 000 m³. De plus, le ciel gazeux du post-digesteur est modifié par rapport au projet initial puisqu'il passe à 2 000 m³ ;
- Ajout de 2 cuves béton aériennes couvertes de 200 m³ et d'une cuve de 2500 m³ pour le stockage du digestat ;
- Suppression du stripping.

Le plan d'ensemble du site mis à jour est joint en **annexe 1**.

Ces modifications induisent un changement des installations classées sous la rubrique n°2910 « Combustion » du fait du remplacement de la chaudière mixte d'une puissance de 620 kW par une chaudière gaz naturel de 1,3 MW. Ce changement modifie le classement du site : passage d'Enregistrement en 2910-B à Déclaration en 2910-A.

Suite à la suppression du stripping, les rubriques 2170, 2175 et 4441 sont supprimées.

2. Caractérisation des potentiels de danger

2.1 Potentiels de dangers du site

En février 2015, une étude de dangers relative au projet de création du site BIODEAC avait été réalisée par l'APAVE (rapport référencé n° A53159048/ED/RA001). Les potentiels de dangers identifiés dans cette étude sont les suivants :

- Les risques dus à l'activité et aux outils de fabrication :
 - Le broyeur de matières solides : explosion, incendie ;
 - La presse de matières solides : incendie ;
 - La centrifugation : explosion ;
 - La fosse de réception et la cuve de mélange de la biomasse : épandage, explosion, dispersion toxique ;
 - La colonne d'hygiénisation (tanks de pasteurisation et échangeurs) : incendie explosion ;
 - Les digesteurs : explosion, épandage, dispersion toxique ;
 - Les échangeurs thermiques : incendie, explosion ;

- Le puits de condensation : incendie, explosion ;
 - L'unité de compression et d'épuration du biogaz (container épuration) : explosion, incendie, dispersion toxique ;
 - Les canalisations de digestat : pollution ;
 - Les canalisations de biogaz : UVCE ou feu torche, dispersion toxique ;
 - Les canalisations de biométhane : UVCE ou feu torche.
-
- Les risques dus aux stockages de produits et aux (dé)chargements associés :
 - Stockage des intrants : incendie ;
 - Stockage de digestat liquide et solide : pollution ;
 - Stockage de digestat brut : explosion, incendie, pollution ;
 - Stockage de déchets de maintenance divers (chiffons souillés, petits bidons et petite quantité de liquides) : pollution, incendie.
-
- Les risques dus aux installations annexes :
 - Les cuves de stockage de produits chimiques (chlorure ferrique, soude, peroxyde d'hydrogène): pollution ;
 - Le groupe froid : pollution ;
 - Le biofiltre (constitué par des copeaux de bois et d'un maillage de matériel filtrant composé de bactéries) : incendie ;
 - La chaudière : explosion ;
 - La torchère : risque dispersion toxique, propagation de flamme ;
 - Les cuves de stockage des polymères liquide (centrifugation) : déversement ;
 - Le container pompes, le container épuration du biogaz, le container des installations électriques : incendie.

2.1.1 Dangers liés aux produits

2.1.1.1 Appréciation des dangers présentés par le biogaz

La composition des biogaz dépend de l'origine des produits stockés et des conditions de traitement.

De façon globale, les biogaz contiennent comme composant principal du méthane, du dioxyde et du monoxyde de carbone, de l'hydrogène sulfuré et de l'eau. Selon leur provenance, ils peuvent aussi contenir des quantités variables d'azote, d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo-halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds (ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces).

Quelles que se soient leurs origines, les biogaz contiennent des gaz inflammables et/ou toxiques.

La production et la valorisation de biogaz sont donc des potentiels de dangers à l'origine des risques principaux suivants :

- Incendie/explosion de mélange méthane/air, le mélange étant dangereux lorsque la concentration de méthane dans l'air se situe entre 5 et 15% vol ;
- Intoxication/asphyxie inhérente à la présence d'hydrogène sulfuré et de dioxyde de carbone, ces gaz plus lourds que l'air s'accumulant naturellement en partie basse des installations et de toutes autres constructions environnantes (cuves, puits, réservoirs, fosses, caves,...).

► Risques d'inflammation / d'explosion liés au biogaz

Le biogaz formé contient une forte proportion de gaz combustible, le méthane (CH₄), et d'un gaz inerte, le dioxyde de carbone (CO₂). Les autres composés formés sont suffisamment peu abondants pour n'avoir qu'une influence négligeable sur les caractéristiques d'explosivité / d'inflammabilité ou de violence d'explosion du biogaz. Nous considérerons donc dans ce paragraphe que le biogaz n'est qu'un mélange de CO₂ et de CH₄.

Les limites d'explosivité du biogaz sont présentées dans le tableau suivant, selon la répartition des composés CO₂ et CH₄ :

Tableau 3 : Limites d'explosivité du biogaz selon 4 compositions différentes

CH ₄ – CO ₂ (%v / %v)	LIE (%v / vCH ₄)	LSE (%v / vCH ₄)
100-0	5	15
60-40	5,1	12,4
55-45	5,1	11,9
50-50	5,3	11,4

La présence du CO₂ tend donc à diminuer la réactivité du méthane. De plus, la teneur en vapeur d'eau dans l'atmosphère présente à l'intérieur d'un digesteur ou d'un post-digesteur est relativement importante. En matière d'explosivité, la vapeur d'eau intervient comme un gaz inerte : l'explosivité de l'atmosphère mise en œuvre à l'intérieur d'un digesteur ou d'un post-digesteur dépendra de sa teneur en vapeur d'eau et donc de sa température.

L'étude conduite par l'INERIS a permis de mesurer l'influence de la vapeur d'eau sur les caractéristiques d'explosivité d'un biogaz, composé à 50% de CH₄ et 50% de CO₂.

Les caractéristiques du biogaz, selon la température (et donc la vapeur d'eau), sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : : Caractéristiques d'explosion du biogaz saturé en eau

Température (°C)	Pmax (bar) rel	Kg (bar.m/s)
30	5,7	14
40	5,4	14
50	4,3	8
55	3,2	4
60	2,8	3
70	0,7	0,5

Il a été prouvé qu'au-delà de 70°C, la vapeur d'eau contenue dans le biogaz est suffisante pour inerte le biogaz : le mélange biogaz/air ne peut alors pas constituer une atmosphère explosive quelle que soit sa teneur en biogaz.

► Risques de toxicité liés au biogaz

► Risques liés à l'hydrogène sulfuré H₂S

En termes de toxicité aiguë, l'hydrogène sulfuré compte parmi les gaz courants les plus toxiques et son inhalation accidentelle provoque fréquemment des intoxications graves pouvant avoir une issue fatale à des concentrations dans l'air de l'ordre de 500 ppm. 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.

L'hydrogène sulfuré est un gaz incolore plus lourd que l'air (densité = 1,19) qui a tendance à s'accumuler dans les parties basses d'espaces non ventilés.

A température ambiante et pression atmosphérique, l'hydrogène sulfuré est un gaz à l'odeur caractéristique « d'œuf pourri » dont le seuil de perception est soumis à de fortes variations de sensibilité individuelle. Cette odeur d'hydrogène sulfuré gazeux est un indicateur sensible de sa présence mais pour de faibles concentrations (0,008 ppm). En effet, pour des teneurs élevées, l'inhalation d'hydrogène sulfuré se traduit par une paralysie des centres nerveux olfactifs et une anesthésie de l'odorat (au-dessus de 100 ppm).

Il faut noter que le biogaz provenant de déjections animales (fumier) est particulièrement riche en hydrogène sulfuré, par rapport à des biogaz formés par d'autres substrats, d'où la nécessité de mettre en place un traitement de réduction du H₂S. D'après les estimations, le biogaz généré sur le site contiendra moins de 1% H₂S après désulfuration par du chlorure ferrique.

Les seuils d'effets toxiques de l'hydrogène sulfuré sont présentés dans le tableau suivant² :

Tableau 5 : Seuils des effets toxiques de l'hydrogène sulfuré

Concentration		Temps (min)				
		1	10	20	30	60
Seuil des effets létaux significatifs SELS	mg/m ³	2 408	1 077	847	736	580
	ppm	1 720	769	605	526	414
Seuil des premiers effets létaux	mg/m ³	2 129	963	759	661	521
	ppm	1 521	688	542	472	372
Seuil des effets létaux irréversibles SEI	mg/m ³	448	210	161	140	112
	ppm	320	150	115	100	80

► Risques d'anoxie

L'air est composé principalement d'azote et d'oxygène dans des proportions très précises. La diminution du taux d'oxygène, due à une augmentation du taux d'un autre composé présent ou non dans la composition de base de l'air, entraîne le risque d'anoxie.

² Les seuils sont issus de la fiche de toxicité aiguë de l'H₂S et du rapport détermination des seuils d'effets létaux 5% dans le cadre des réflexions en cours sur le PPRT disponibles sur le site internet de l'INERIS

La zone sûre est comprise dans une fourchette allant de 19 à 23% d'oxygène. En deçà de 19% d'oxygène, des troubles sont décelables, et en deçà de 17% d'oxygène, des troubles graves apparaissent.

Le dégagement en grande quantité de gaz inertes dans l'atmosphère, conduit à une dilution de l'air, donc à une diminution de la concentration en oxygène. Si cette diminution est importante (teneur en oxygène de l'ordre de 10 à 12 %), il existe alors un risque d'asphyxie.

Rappelons que la teneur minimale réglementaire en oxygène dans un lieu de travail est de 19 %.

Tableau 6 : Troubles liés à l'anoxie

Teneur d'O ₂ (%)	Troubles
De 19 à 23	Niveau normal d'oxygène
De 16 à 19	Difficultés respiratoires, nausées, vomissements, vertiges
De 12 à 16	Perte de connaissance
< 12	Perte de connaissance immédiate entraînant la mort

Dans le cas du biogaz, les principaux gaz, en quantité suffisante, ayant un pouvoir asphyxiant sont :

- le méthane (CH₄) : à forte concentration, le méthane peut réduire la quantité d'oxygène nécessaire à la respiration et causer l'asphyxie
- le dioxyde de carbone (CO₂) : gaz asphyxiant qui peut entraîner la mort. L'importance des effets observés dépend de la concentration de l'atmosphère et de nombreux facteurs physiologiques (âge du sujet, état vasculaire...) ou climatiques (température extérieure, pression en oxygène...)
- l'azote (N₂) : asphyxiant à forte concentration.

2.1.1.2 Appréciation des dangers présentés par le substrat et le digestat

Les risques présentés par le substrat et le digestat concernent les risques d'épandage. L'épandage accidentel de substrat ou de digestat pourrait avoir, pour conséquences :

- une pollution accidentelle des eaux et des sols (liée à l'azote principalement) ;
- une pollution accidentelle microbienne (due aux micro-organismes présents dans le fumier des animaux qui peuvent être pathogènes pour les humains : helicobacter pylori, campylobacter, salmonelle et listéria).

2.1.1.3 Appréciation des dangers présentés par d'autres produits

L'unité de méthanisation BIODEAC utilisera des huiles pour les besoins de son parc matériel ainsi que des produits chimiques pour le traitement et lavage du digestat ou la centrifugation.

Les principaux risques associés aux produits liquides divers sont présentés dans le tableau ci-dessous, faisant état de leurs caractéristiques de stockage :

Tableau 7 : Caractéristiques des produits liquides et solides divers stockés et utilisés sur le site

Nom du produit	Localisation et mode de stockage	Stockage maxi	Risques liés aux produits
Soude	Cuve cylindrique avec voiles, radier et toit en SVR ou PEHD Double peau	10 m ³	Corrosif : H290, H314
Peroxyde Hydrogène	Cuve cylindrique avec voiles, radier et toit en SVR ou PEHD Double peau	10 m ³	Corrosif : H315, H318, H335 Nocif : H302, H332
Chlorure ferrique	Report d'alarme sur les niveaux (haut et bas dans la cuve) Cuve cylindrique avec voiles, radier et toit en SVR ou PEHD Double peau sur rétention propre	20 m ³	Corrosif : H290, H314 Nocif : H302 Irritant : H315
Polymères	Cuve dans local centrifugation	3 m ³	Liquide, pas de risque incendie ni explosion Pollution

Les risques de pollution des sols et des eaux par déversement accidentel seront minimisés par les cuves double peau ou rétention béton ainsi que par la présence d'un bassin de rétention des eaux d'extinction avec une vanne d'obturation en aval qui permettra le confinement de toute pollution accidentelle.

Ces potentiels de dangers restent inchangés par rapport à l'étude de dangers de 2015.

2.1.2 Dangers présentés par les installations du site

2.1.2.1 Réception des intrants

› Hall de réception

Le hall de réception est la zone de dépotage des camions benne livrant les intrants.

Les intrants acceptés sur le site seront conformes à l'arrêté du 23 novembre 2011 modifié fixant la nature des intrants dans la production de biogaz dans les réseaux de gaz naturel. Il s'agit de :

- Gisement agricole ;
- Gisement agro-industriel.

Les intrants seront globalement composés de 15% de matières sèches et de 85% de matières organiques.

› Cuve de réception

La cuve de réception a pour vocation de stocker les déchargements d'intrants pouvant être digérés sans transformation préalable. Elle est associée à une trappe de réception des matières pâteuses et d'un système de pompage des matières liquides. Ces dispositifs permettent le transfert direct des substrats liquides ou légèrement pâteux dans la cuve de réception.

A contrario, les matières solides ou pâteuses sont pressées et broyées avant d'être transférées dans la cuve.

Les risques présentés par la réception des intrants et leur stockage tampon en cuve sont liés au caractère combustible des intrants, à la présence possible de gaz de fermentation, de corps étrangers ou encore à la mise en suspension de poussières combustibles lors du déchargement.

Plus précisément, les phénomènes dangereux pouvant être rencontrés sur ce type d'installations sont les suivants :

- explosion de poches de gaz de fermentation liée à une formation ATEX (VCE) ;
- explosion de poussières fines combustibles mises en suspension lors du déchargement et dans les canalisations suite au transfert vers la cuve en amont de la presse et du broyeur ;
- incendie suite à l'introduction de corps étrangers dans la cuve ou échauffement de matière lors du broyage suite à un bouchage.

Le hall de réception sera doté d'un dispositif d'aspiration permettant de maîtriser les émissions éventuelles et éviter l'accumulation de poussières fines.

Par ailleurs les matières à forte teneur en matière sèche seront déchargées lentement ce qui permettra, notamment, de limiter la mise en suspension de poussières.

Ces potentiels de dangers restent inchangés par rapport à l'étude de dangers de 2015.

2.1.2.2 Prétraitement des intrants

► Broyeur

Les matières solides ou pâteuses seront broyées. Les phénomènes dangereux pouvant être rencontrés sur ce type d'installations sont les suivants :

- Incendie de la matière broyée suite bourrage ou étincelles (présence d'éléments métalliques) ou d'une source d'ignition (mégot de cigarette) ;
- Explosion de poussières combustibles dans la trémie du broyeur.

Ces potentiels de dangers restent inchangés par rapport à l'étude de dangers de 2015.

2.1.2.3 Digesteurs

► Digesteur primaire

Le digesteur primaire est la cuve principale dans laquelle a lieu la fermentation de la matière biomasse et donc la production de biogaz.

Le digesteur primaire sera constitué d'un cylindre en acier carbone, isolé thermiquement et totalement étanche à l'air. Ils seront équipés, entre autres :

- d'une trappe d'alimentation pour l'incorporation du digestat ;
- d'un système de brassage pour homogénéiser le produit ;
- d'un système d'évacuation du digestat vers le post-digesteur.

Le biogaz, qui sera produit par les bactéries méthanogènes, étant plus léger que la matière organique liquide, il remontera à la surface et s'accumulera au niveau des doubles membranes. La pression interne est de 10 mbar.

Un mélangeur participera également à cette remontée en homogénéisant la matière et en empêchant qu'une croûte ne se forme en surface.

Une sortie au sommet des digesteurs permettra de collecter le biogaz produit. Le digesteur rempli par le déchet à traiter laisse un ciel gazeux de volume le plus faible possible. Le biogaz est ensuite véhiculé par des canalisations reliant le digesteur primaire aux post-digesteurs et autres unités de l'installation.

Ici, la capacité du digesteur a été modifiée, passant de 8 000 m³ à 9 500 m³, avec modification du ciel gazeux du digesteur à 1 000 m³.

Les phénomènes dangereux liés au digesteur doivent être réévalués.

L'essentiel du biogaz sera émis lors de cette étape et sera capté par le système de circulation du biogaz pour être dirigé vers le poste d'épuration/compression et vers la chaudière en fonctionnement normal et vers la torchère en fonctionnement dégradé.

› Post-digesteur

Le post-digesteur est constitué d'un cylindre en béton, avec une double membrane PVC pour la couverture. De la même façon que pour le digesteur, il est équipé :

- d'une trappe d'alimentation pour l'incorporation du digestat ;
- d'un système de brassage pour homogénéiser le produit ;
- d'un système d'évacuation du digestat vers la cuve de digestat.

Le biogaz est produit pour sa majeure partie dans le digesteur mais se dégage également à moindre mesure à l'intérieur de la cuve de stockage du digestat brut (post-digesteur), dans laquelle la matière continue de se décomposer sous l'effet de la chaleur résiduelle. Le biogaz est donc collecté dans ces 2 cuves même s'ils ne représentent que 5 à 10% de la quantité totale produite.

La différence notable avec le digesteur primaire est que le traitement biologique du biogaz est effectué dans le post-digesteur via un apport de chlorure ferrique.

En effet, le biogaz provenant de déjections animales est particulièrement riche en hydrogène sulfuré (H_2S). Il doit donc être particulièrement épuré avant utilisation. La technique prévue consiste en l'injection de chlorure ferrique directement dans le digesteur.

Ici, un post-digesteur a été supprimé et la capacité du post-digesteur a été modifiée, passant de 2 500 m³ à 3000 m³, avec modification du ciel gazeux du post-digesteur à 2 000 m³.

Les phénomènes dangereux liés au post-digesteur doivent être réévalués.

› Risques présentés par le digesteur

Les risques présentés par le digesteur du site sont liés directement à la présence de biogaz. Plus précisément, les phénomènes dangereux pouvant être rencontrés sur ce type d'installations sont les suivants :

- explosion dans un digesteur liée à une formation ATEX (VCE), liée à une opération de maintenance ou à l'apport non maîtrisé d'air dans le digesteur alors que du méthane y est encore présent ;
- fuite de biogaz en sortie de digesteur générant un nuage de biogaz explosible (UVCE), un jet enflammé, et une dispersion toxique (par la présence de H_2S) ;
- surpression interne du digesteur (= ruine du réservoir) liée par exemple à l'arrêt du brassage ou à l'obturation des soupapes.

2.1.2.4 Stockage de biogaz

Le stockage de biogaz sera réalisé par une double membrane dans le digesteur ainsi que dans la cuve de stockage du digestat brut.

La membrane interne est conçue pour être imperméable aux composés du biogaz et s'ajuster à la quantité de biogaz présente dans la cuve (rôle de stockage tampon de biogaz).

La deuxième couverture permettra de protéger la couverture biogaz des intempéries et des risques de crevaison. Elle sera maintenue tendue à l'aide d'une soufflerie pratiquée entre les deux couvertures.

Les phénomènes dangereux liés au stockage de biogaz sont les suivants :

- explosion dans les cuves de stockage liée à une formation ATEX (VCE) ;
- ruine du stockage générant un nuage de biogaz :
 - en cas d'inflammation du nuage, le phénomène dangereux considéré sera une explosion (UVCE) ;
 - en cas de non inflammation de l'atmosphère libérée, des effets toxiques seront alors générés (a priori négligeables s'il s'agit du biogaz désulfuré).

Les phénomènes dangereux liés au stockage de biogaz sont réévalués. En effet, le digesteur et le post-digesteur sont modifiés, et la cuve de stockage de digestat est supprimée.

2.1.2.5 Canalisations de biogaz

Les canalisations de biogaz seront soit enterrées, soit aériennes et situées hors zone de manutention. Elles ne passeront pas à l'intérieur des bâtiments. Elles seront constituées de raccords soudés.

Deux types d'événements accidentels sont à envisager :

- rupture guillotine d'une canalisation provenant d'une agression mécanique (véhicules, travaux...) ;
- fuites au niveau de brides, de presse-étoupes de vannes, ou de joints.

Dans le cas d'une rupture guillotine, une fuite de biogaz se produirait donc à l'extérieur, ce qui pourrait générer les effets suivants :

- création d'un nuage de gaz avec inflammation retardée générant un UVCE ;
- inflammation immédiate de la fuite (par une surface chaude, étincelle...) créant un feu torche ou jet enflammé : ce feu torche sera alimenté tant qu'il restera du biogaz ;
- dispersion toxique liée à la présence de H₂S dans le biogaz.

Les phénomènes dangereux liés aux canalisations de biogaz sont réévalués. Il est à noter que conformément à la demande de compléments de la DREAL, une modélisation de la dispersion du nuage de gaz sera réalisée dans le présent rapport.

2.1.3 Dangers liés aux activités et installations annexes

2.1.3.1 Risques liés à la circulation interne

En général, la gravité d'un accident de la circulation varie avec l'intensité de l'impact qui est lui-même fonction de la vitesse du mobile et de sa masse. Dans le cas de nos activités, les accidents ci-dessous provenant de la circulation d'engins à moteur peuvent être la cause :

- d'un épandage de produit par détérioration d'un emballage, d'une cuve ou d'une tuyauterie,
- d'une pollution par un produit dangereux pour l'environnement,
- d'un incendie par inflammation d'un matériau ou produit combustible.

► Circulation des véhicules routiers

Un plan de circulation et une vitesse limite seront imposés sur l'ensemble de la plateforme. La limitation de vitesse sur les aires de circulation sera visible à l'entrée du site par des panneaux de circulation identiques à ceux du code de la route. La vitesse sera limitée à 20 km/h sur l'ensemble du site et à 10 km/h sur les endroits à risques particuliers (passage du pont bascule, circulation piéton).

► Circulation des engins de manutention

Pour réduire la gravité d'un accident, la vitesse des engins de manutention sera limitée dans l'enceinte du site. En outre, conformément à la législation du travail, le personnel conduisant ces matériels recevra une formation spécifique à leur conduite.

Ces potentiels de dangers restent inchangés par rapport à l'étude de dangers de 2015.

2.1.3.2 Risques liés aux installations de combustion (chaudière, torchère)

Les installations de combustion du site sont : la chaudière de production d'eau chaude (pour le chauffage de la matière lors de l'hygiénisation) et la torchère.

Ces installations fonctionneront au gaz naturel (chaudière) ou au biogaz (torchère).

Les risques liés aux installations de combustion sont liés à la présence de gaz et concernent à la fois la distribution et l'utilisation du gaz.

Le risque d'incendie ou d'explosion de gaz est réel lorsque l'on a simultanément en présence :

- du gaz,
- de l'air ou un comburant,
- une source d'énergie.

Les risques liés aux canalisations de biogaz ont déjà été analysés précédemment. Ils concernent les canalisations rejoignant les différents équipements de combustion (chaudière et torchère). En cas de rupture guillotiné, une fuite de gaz pourrait générer les événements suivants :

- création d'un nuage de biogaz avec inflammation retardée générant un UVCE ;
- inflammation immédiate de la fuite (par une surface chaude, étincelle...) créant un feu torche ou jet enflammé : ce feu torche sera alimenté tant qu'il restera du biogaz ;
- dispersion toxique liée à la présence de H₂S dans le biogaz.

► Explosion de gaz

Le risque d'explosion de gaz est généralement dû à une accumulation de vapeurs de combustible gazeux. Ce phénomène se produit le plus souvent à l'allumage ou au rallumage des chaudières ou du brûleur.

L'accumulation de produits inflammables peut provenir :

- de plusieurs tentatives d'allumage consécutives, sans ventilation suffisante de la chambre de combustion ;
- d'un dysfonctionnement du circuit électrique de commande fournissant du combustible dans le foyer avant l'apparition des étincelles d'allumage ;
- d'une extinction accidentelle de la flamme (décollement de la flamme dû à une trop grande vitesse du mélange air-combustible ou à une pulvérisation défectueuse, un tirage insuffisant ou à une introduction d'eau dans le foyer d'une chaudière).

Pour un mélange donné, la pression maximale engendrée par l'explosion (et par suite les dommages causés) sera directement proportionnelle au rapport entre le volume du mélange explosif et le volume de l'enceinte de la chaudière.

Si ce rapport est faible, on obtient ce que l'on appelle couramment un "pouf" qui, en général, n'a pas de conséquences apparentes, mais n'en constitue pas moins une explosion.

Si ce rapport est très grand, l'enceinte de la chaudière ne peut pas résister aux effets mécaniques de l'explosion et peut entraîner de graves avaries de la chaudière : déformation des tubes et de l'enveloppe, déplacement de supports de collecteurs et du brûleur...

Les conséquences d'une telle explosion vis-à-vis de l'extérieur de la chaudière paraissent toutefois limitées. Les risques d'explosion consécutifs à une accumulation de combustible dans un foyer de chaudière sont de plus limités par l'existence des organes manuels et automatiques de coupure de l'alimentation en combustible.

Les risques liés à la torchère concernent les risques de rejets de gaz imbrûlés, en cas d'arrêt du brûleur de la torchère, avec continuité d'admission du biogaz.

De plus, en cas d'extinction de la flamme de la torchère, puis son rallumage, du gaz résiduel pourrait être encore présent, ce qui pourrait créer un retour de flamme en aval du process.

La chaudière mixte du projet initial, d'une puissance de 620 kW, est remplacée par une chaudière gaz naturel ayant une puissance de 1,3 MW.

Les phénomènes dangereux liés aux installations de combustion seront réévalués.

2.1.3.3 Risques liés aux équipements annexes (compresseurs, équipements électriques...)

► Risques liés au compresseur d'air

L'explosion du réservoir d'air comprimé d'un compresseur est un accident heureusement rare, mais pouvant provoquer des dégâts importants.

Cette explosion peut avoir pour origine :

- un défaut de fabrication des équipements de production et de stockage d'air comprimé,
- un montage ou un entretien défectueux de l'installation,
- une surpression accidentelle,
- une auto-inflammation sous température anormalement élevée du mélange de vapeur d'huile et du fluide sous pression.

Le fonctionnement d'un compresseur entraîne une élévation de température du liquide de lubrification. Le risque encouru est lié à l'échauffement de l'huile jusqu'à sa température d'inflammation. L'origine du risque pourrait être une défaillance du circuit de refroidissement.

Le compresseur prévu sera de petite puissance (de l'ordre de 5 kW).

Ce potentiel de dangers reste inchangé par rapport à l'étude de dangers de 2015.

► Risques liés aux compresseurs de biogaz

Comme évoqué précédemment pour le compresseur d'air, le fonctionnement d'un compresseur entraîne une élévation de température du liquide de lubrification et donc un risque d'échauffement de l'huile et de départ de feu.

Le biogaz étant inflammable du fait de la présence de méthane, une source d'ignition (huile chaude ou enflammée) provoquerait l'explosion du nuage de méthane formé lors de l'aspiration du biogaz.

Le compresseur de biogaz est déplacé dans le cadre des modifications envisagées.
Les phénomènes dangereux liés à l'épurateur/compresseur biogaz seront réévalués.

► Risques liés aux équipements électriques

Tout équipement électrique, utilisé pour l'éclairage ou le fonctionnement des machines pourrait présenter des dangers, lors d'un défaut d'isolement, pour l'homme et son environnement.

Un court-circuit ou une étincelle pourrait être suffisant pour initier un début d'incendie ou une explosion.

La différence de potentiel entre l'équipement électrique mis accidentellement sous tension et l'opérateur pourrait conduire à des phénomènes d'électrisation avec ses différentes conséquences.

Ce potentiel de dangers reste inchangé par rapport à l'étude de dangers de 2015.

2.2 Réduction des potentiels de dangers

Les mesures de réduction des potentiels de dangers sont inchangées par rapport à l'étude de 2015. Elles sont rappelées ci-après car elles contribuent à limiter les risques sur le site.

2.2.1 Principe de substitution

Le Principe de Substitution peut se définir simplement comme le remplacement des substances dangereuses par d'autres de dangerosité inférieure ou de préférence sans caractère dangereux lorsque de telles alternatives existent.

Le projet BIODEAC prévoit des mesures s'appliquant au principe de substitution ; par exemple l'absence d'utilisation de substances inflammables.

2.2.2 Principe d'intensification

Le principe d'intensification peut se définir comme la minimisation des quantités de substances dangereuses mises en œuvre. Il s'agit, par exemple, de réduire le volume des équipements au sein desquels le potentiel de danger est important, par exemple de minimiser les volumes de stockage.

Le projet BIODEAC prévoit des mesures s'appliquant au principe d'intensification, par exemple la désulfuration du biogaz afin d'en diminuer la teneur en H₂S. En effet, l'H₂S en plus d'être corrosif pour les matériaux, est toxique pour l'homme.

2.2.3 Principe d'atténuation

L'objectif est de définir des conditions opératoires et de stockage (température et pression par exemple) réduisant les risques. Le projet BIODEAC prévoit des mesures s'appliquant au principe d'atténuation, par exemple :

- Contrôle des intrants à la réception ;
- Hall de réception avec dispositif d'aspiration associé à un biofiltre (diminution des teneurs en H₂S notamment dans l'air) ;
- Process suivi et contrôlé en permanence par un système numérique de contrôle de différents paramètres (pression, température, niveaux, qualité du biogaz,...). Les alarmes qui peuvent être générées sur l'usine seront reportées sur ce système, et gérées par le personnel d'exploitation. La surpression dans le digesteur est gérée par quatre niveaux de sécurité :
 - Le système de contrôle généralisé du site permet de prévenir automatiquement le personnel selon la procédure suivante :
 - Pression digesteur > Pression soupape de sécurité - 2 mbar : une alarme est indiquée sur l'écran de la salle de contrôle ;
 - Pression digesteur > Pression soupape de sécurité - 1 mbar : une alarme est envoyée directement sur le téléphone du personnel ;
 - Si jamais aucune action n'est menée à temps suite à l'émission de ces alarmes et la pression dans le digesteur peut atteindre la pression d'ouverture de la soupape de sécurité (18 mbar rel), alors celle-ci s'ouvre et évacue la surpression ;
 - Enfin, si la pression continue de monter, la garde hydraulique s'ouvre à sa pression de fonctionnement (24 mbar). Le liquide est alors évacué par la garde hydraulique. La garde hydraulique est construite de manière à ce que la rétention d'eau soit à l'intérieur du digesteur, où la température est de 39°C. Ainsi, même lorsque la température extérieure est très faible, ce système fonctionne.
- Programme de maintenance préventive et de vérification périodique des équipements de sécurité sera élaboré avant la mise en service de l'installation (notamment : soupapes, équipements assurant le brassage,...) ;
- Clapet anti-retour pour éviter les entrées d'air dans les équipements contenant du biogaz ;
- Vannes reliées aux canalisations de biomasse et permettant d'empêcher l'échappement d'une éventuelle production de biogaz par la biomasse sont à sécurité positive : ces vannes à air comprimé se mettent automatiquement en position de sécurité, même en cas de coupure d'électricité (dans quel cas un générateur de secours se met en route) ;
- Torchère dans le but de brûler le surplus de biogaz, lorsque le biogaz ne pourra plus être stocké ou injecté dans le réseau.

2.2.4 Limitation des effets

L'objectif est de concevoir ou de modifier les installations pour réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un épandage liquide ou en réalisant une conception adaptée aux potentiels de dangers. Le projet BIODEAC prévoit des mesures s'appliquant au principe de limitation des effets, par exemple :

- Mise en rétention de tous les stockages de produits dangereux liquides ;

- Bassin de rétention des eaux d'extinction d'incendie et pollutions accidentelles ;
- Aire de rétention autour du digesteur et du post-digesteur ;
- Poteaux incendie ;
- Plan d'intervention d'urgence ;
- Soupapes de sécurité doublées (antigel) sur les équipements de la colonne d'hygiénisation, le digesteur et du post-digesteur.

3. Accidentologie – retour d'expérience

De manière générale, l'analyse des accidents passés est souvent riche d'enseignements. Elle permet de mettre en évidence les éléments caractéristiques d'un phénomène accidentel et particulièrement :

- les conditions d'occurrence ;
- le type de produits impliqués ;
- l'installation en question et son environnement ;
- l'importance des conséquences associées à ce type d'accidents.

3.1 Accidents sur le site

Il n'y a eu aucun accident sur le site depuis sa mise en service.

3.2 Accidents recensés sur les sites de Fonroche

Aucun accident majeur n'est recensé sur les sites de méthanisation de Fonroche.

Le seul accident majeur est lié à la rupture d'un stockage déporté de digestat.

3.3 Base de données du BARPI

De manière générale, l'analyse des accidents passés est souvent riche d'enseignements. Elle permet de mettre en évidence les éléments caractéristiques d'un phénomène accidentel et particulièrement :

- les conditions d'occurrence ;
- le type de produits impliqués ;
- l'installation en question et son environnement ;
- l'importance des conséquences associées à ce type d'accidents.

Pour cela, la base de données « Inventaire des Accidents Technologiques et Industriels » du Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles (BARPI) de la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques a été consultée sur le site internet <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>.

Un document intitulé « méthanisation : comment développer la filière sans développer les risques ? », édité par le BARPI en mai 2018 indique que 32 accidents sont survenus sur des installations de méthanisation depuis 2007.

L'analyse de ces accidents est présentée ci-dessous.

Tableau 8 : Principales situations à risques

Risques principaux	Incendie	Explosion	Rupture ou éclatement physique (et émissions gazeuses suite à rupture)
Description du risque - causes et conséquences possibles	Tout combustible (intrants solides et liquides, matériaux de construction et d'isolation, charbon actif, huile thermique, digestat solide, autres...) en présence d'air et d'une source d'inflammation active	Les gaz inflammables (biogaz, biométhane, gaz de pyrolyse et autres gaz inflammables utilisés lors de travaux par points chauds) et les poussières combustibles pulvérulentes en suspension	A l'intérieur des digesteurs et des stockages de gaz, des surpressions ou des dépressions physiques peuvent apparaître, en cas de dysfonctionnement des soupapes de sécurité par

Risques principaux	Incendie	Explosion	Rupture ou éclatement physique (et émissions gazeuses suite à rupture)
	<p>(étincelle, chaleur, travaux par points chauds, etc.) est susceptible de brûler de façon non maîtrisée, ce qui constitue un incendie. Un incendie génère des flammes, de la chaleur et des fumées de combustion. Il peut se propager à d'autres combustibles présents à proximité (intrants, matériaux de construction et d'isolation, cartons, papiers, huile thermique...) et causer des dommages majeurs aux biens et aux personnes. Un incendie peut détruire complètement une installation.</p>	<p>dans un espace confiné en mélange avec l'air (concentration dans le domaine d'explosivité) peuvent générer une explosion (ATEX) si ils sont en contact avec une source d'inflammation active (semblable à celle de l'incendie). Une explosion génère des effets de pression qui peuvent endommager fortement les équipements, voire les détruire. Une explosion peut être à l'origine d'un incendie. Le confinement aggrave les effets d'explosion.</p>	<p>exemple. Celles-ci peuvent produire la rupture ou l'éclatement pneumatique qui peut conduire à des effets de pression, au déversement massif du digestat, au mélange du biogaz libéré avec l'air, et, en cas, d'inflammation, à l'explosion ou l'incendie.</p>
Unités fonctionnelles concernées	<p>Stockage d'intrants (fermentation auto-échauffement), préparation et incorporation des intrants, digestion, prétraitement du biogaz (filtre à charbon actif), local de cogénération (huile thermique), stockage et valorisation du digestat, locaux techniques et administratifs.</p>	<p>Des explosions en milieu confiné concernent l'intérieur de capacités telles que l'intérieur de silos d'intrants pulvérulents, l'intérieur de digesteur / stockage tampon de biogaz (entrée d'air accidentelle en présence biogaz), l'intérieur de locaux contenant des tuyauteries de biogaz (fuite accidentelle de biogaz dans des locaux techniques, locaux de cogénération, locaux d'épuration, locaux de compression / surpression). Des fuites de biogaz à l'extérieur génèrent des effets d'explosion moindre</p>	<p>Digesteur et post-digesteur Stockage de biogaz (intégré au digesteur et/ou post-digesteur, gazomètre).</p>
Exemples ciblés de la problématique	<p>Incendie d'origine malveillante dans un hangar contenant des intrants. Incendie d'origine électrique dans un local technique Incendie d'une turbine de la centrale de cogénération Incendie du filtre à charbon actif avec propagation de l'incendie dans le local de cogénération.</p>	<p>Explosion d'un digesteur (lisier) par exemple suite à travaux ou en phase de démarrage. Explosion d'un stockage de biogaz. Explosion de biogaz lors d'opération de maintenance.</p>	<p>Surpression à l'intérieur des digesteurs suite à un défaut de fonctionnement de la torchère et des soupapes de sécurité (gel, bouchage...).</p>

Risques principaux	Emissions gazeuses	Rejets de matières liquides ou semi-liquides	Rejets d'eaux pluviales contaminées
Description des émissions - causes et conséquences possibles	Les émissions gazeuses (canalisées, diffuses et fugitives) existent aux différentes étapes du processus de digestion - Les émissions canalisées (émissions au travers d'une cheminée) sont généralement surveillées (ex : installations de combustion ou d'épuration de biogaz en biométhane). Les émissions diffuses proviennent de sources à l'air libre ou de bâtiments sans extraction d'air ou de systèmes de traitement d'air ouverts comme les biofiltres. Les émissions fugitives peuvent provenir de divers équipements, canalisations, pompes... et sont à l'origine des fuites de biogaz. Ces émissions peuvent avoir des conséquences environnementales, sanitaires (opérateurs, population) et olfactives. Les émissions spécifiques de biogaz peuvent de surcroît être à l'origine de risques d'incendie, d'explosion (ATEX air / biogaz).	Les rejets de matières sont possibles dans différentes situations : rupture d'un ouvrage et rejet massif de matières ou perte d'étanchéité de l'ouvrage. Ils peuvent être à l'origine de pollution des eaux et des sols. La rétention de ces matières sur le site est la seule solution.	Risque lié à l'impossibilité de garder sur le site une grande quantité d'eaux pluviales contaminées par les matières. Ces rejets peuvent être à l'origine d'une pollution des rivières et des sols aux alentours du site. Les pentes, la séparation éventuelle de ces eaux par rapport aux eaux pluviales non contaminées et les moyens de stockage de ces eaux doivent être correctement dimensionnés. Des talutages peuvent également être prévus.
Unités fonctionnelles concernées	Stockages ouverts et/ou lors d'étapes de manipulation ou de remplissage et de vidange Etapes de prétraitement et préparation (mélange), et de digestion. Etapes de prétraitement, de valorisation et de destruction du biogaz. Etapes de traitement, valorisation du digestat Réseau biogaz et réseau matières solides et liquides.	Tous les ouvrages avec des matières liquides ou semi-liquides : les étapes de stockage, le digesteur, le post-digesteur et le réseau matières liquides.	Stockage des matières solides, étapes de prétraitement des matières quand elles sont situées à l'extérieur.
Exemples ciblés de la problématique	En fonctionnement normal de l'installation : émissions au niveau de la soupape hydraulique du digesteur, fuites aux brides, dysfonctionnement de la torchère, émissions diffuses des stockages ouverts de lisiers, de digestats, gaz de combustion du moteur de cogénération... En situation incidentelle ou accidentelle : arrachement de conduite de biogaz, envol, débâchage ou déchirure de membrane...	Fuites au niveau des canalisations (enterrées ou aériennes) de matières. Perte d'étanchéité du digesteur suite à usure prématurée de type corrosion chimique. Equipements du type vanne de remplissage restées ouvertes. Débordement lié à un moussage dans un digesteur ou suite à une défaillance d'un capteur de niveau.	Contamination d'un cours d'eau à proximité suite à de fortes pluies et une conception de l'installation ne permettant pas de diriger toutes ces eaux vers le bassin de collecte - aucun talutage autour du site prévu.

Les accidents potentiels sont donc l'incendie, l'explosion, la rupture ou l'éclatement physique, les émissions gazeuses, les rejets de matières liquides ou semi-liquides et les rejets d'eaux pluviales contaminées.

4. Analyse préliminaire des risques (APR)

4.1 Analyse des risques - méthodologie

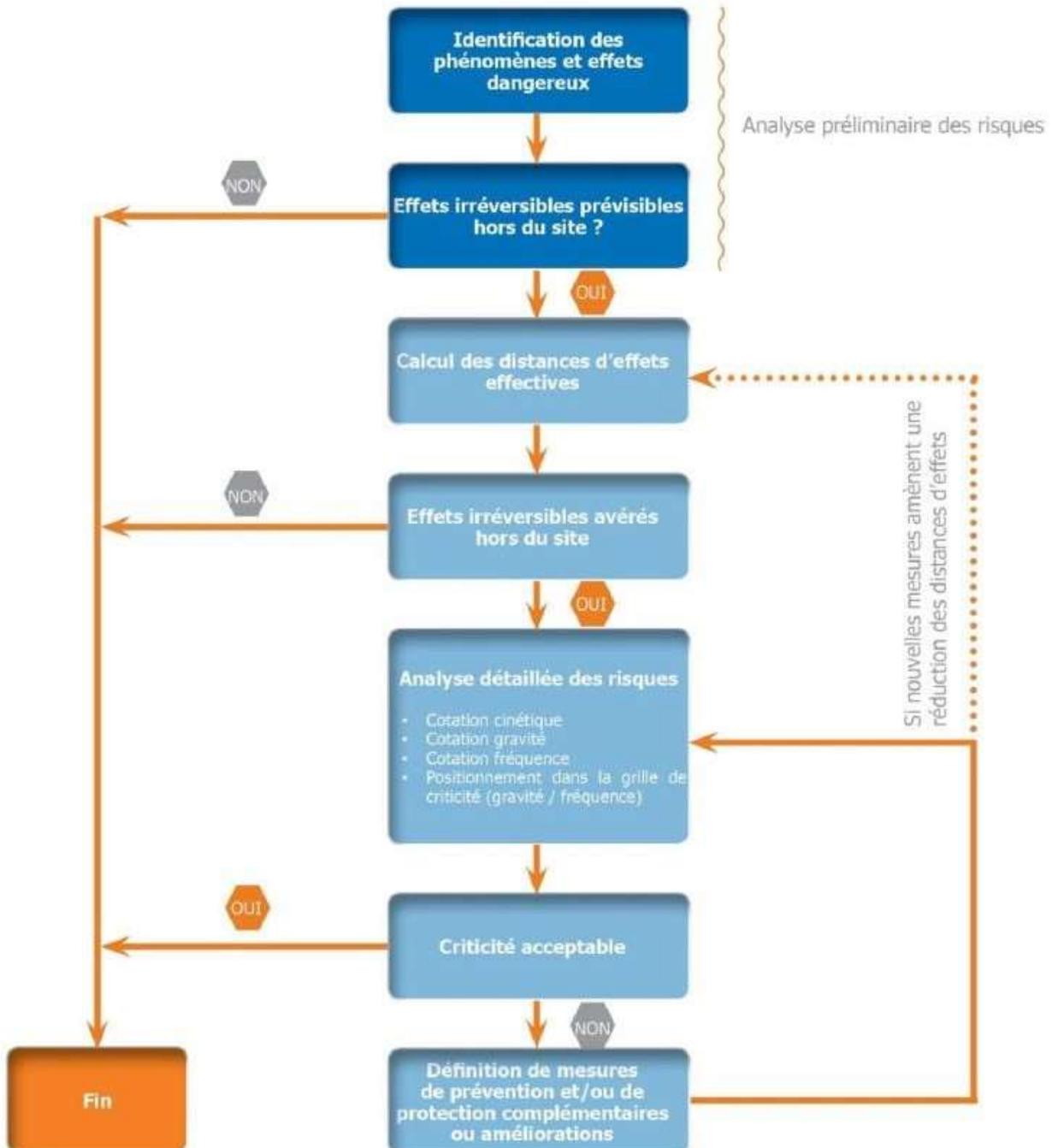
La méthodologie d'analyse des risques est la suivante :

1. Dans un premier temps, une analyse qualitative (Analyse Préliminaire des Risques) :
 - identification des phénomènes dangereux physiquement vraisemblables et ceux physiquement non vraisemblables – ces derniers ne seront pas étudiés plus avant ;
 - caractérisation des phénomènes vraisemblables par intensité :

A ce stade, aucune modélisation n'ayant encore été réalisée, cette analyse sera basée sur une approche conservative prenant notamment en compte :

 - l'importance des potentiels de dangers,
 - la localisation de l'installation source par rapport aux autres installations à risques et aux limites de propriété,
 - les mesures de prévention et de protection du site.
2. Dans un second temps, pour les phénomènes retenus suite à l'APR, une analyse détaillée de réduction des risques :
 - évaluation des distances d'effets des phénomènes retenus. À noter que les phénomènes de déversement de substances polluantes ne donne pas lieu à une modélisation ;
 - en cas d'effets avérés à l'extérieur du site, réalisation d'une analyse approfondie de l'accident, notamment par cotation de :
 - la probabilité d'occurrence, en tenant compte des mesures de prévention du site et de leur niveau de confiance,
 - la gravité des effets, en fonction des cibles identifiées dans la zone d'effet de l'accident,
 - la cinétique du phénomène accidentel, influençant la possibilité d'intervention.
 - en cas de criticité non acceptable : détermination de mesures de maîtrise des risques complémentaires afin de rendre le risque non significatif.

Le logigramme en page suivante résume cette approche.



4.2 Analyse préliminaire des risques sur le projet initial

Les phénomènes dangereux déterminés suite à l'identification des potentiels de dangers du projet initial sont présentés dans le tableau ci-dessous, les phénomènes dangereux potentiellement majeurs étant identifiés en gras.

Tableau 9 : Synthèse des phénomènes dangereux associés aux installations du projet BIODEAC

Système / installation	Phénomène Dangereux (PhD)	N° PhD
Cuve de réception Déchets organiques solides et liquides	Dispersion toxique (H2S)	1
	Explosion	2
	Epanchage	3
Broyeur biomasse Centrifugeuse	Incendie	4
	Explosion	5
	Epanchage	6
Pompes	Incendie	7
	Epanchage	8
Cuve de mélange	Explosion	9
	Dispersion toxique (H2S)	10
Colonne d'hygiénisation : Tanks de pasteurisation, échangeurs thermiques	Epanchage	11
	Explosion	12
	Pollution	13
	Incendie	14
Digesteur	Explosion (VCE) Formation ATEX à l'intérieur du digesteur	15
	UVCE ou Feu torche Rupture au niveau de l'enveloppe	16
	UVCE ou Feu torche Rejet de biogaz par la soupape	17
	Surpression interne du digesteur	18
	Epanchage	19
	Dispersion toxique + pollution eaux et sols	20
	Post-digesteur à double membrane ou Gazomètre	Explosion (VCE) Formation ATEX à l'intérieur du digesteur
Explosion (VCE) - Formation d'une ATEX dans l'espace inter membranaire	22	
UVCE ou Feu torche Rupture au niveau de l'enveloppe	23	
UVCE ou Feu torche Rejet de biogaz par la soupape	24	
Surpression interne du digesteur	25	
Epanchage	26	
Dispersion toxique + pollution eaux et sols	27	
Canalisations de digestat	UVCE	28
	Dispersion toxique (H2S)	29
	Pollution	30
Canalisations de biogaz (avant épuration du biogaz)	UVCE	31
	Dispersion toxique (H2S)	32
Canalisations de biogaz épuré et de biométhane	UVCE ou Feu torche	33
Biofiltre pour le traitement des odeurs	Incendie	34
Cuve de digestat liquide	Pollution	35
Presse biomasse	Incendie	36

Système / installation	Phénomène Dangereux (PhD)	N° PhD
Chaudière	Explosion côté gaz	37
Container chaudière	Explosion	38
	Dispersion toxique	39
Torchère	Dispersion toxique	40
	Propagation de la flamme aux équipements amont	41
Puits de condensation Canalisations biogaz associées	UVCE ou Feu torche	42
Puits de condensation Intérieur	Explosion (VCE)	43
Stockage de produits chimiques (chlorure ferrique, soude, peroxyde hydrogène)	Pollution	44
Dépotage de produits chimiques (chlorure ferrique, soude, peroxyde hydrogène)	Pollution	45
Colonnes de lavage	UVCE ou Feu torche	47
Colonnes de lavage Canalisation digestat associée	Dispersion toxique (H ₂ S)	48
Cuve de stockage de solution azotée à base de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium	Pollution	50
Groupe froid (épuration gaz)	Pollution	51
Installations électriques (container électrique)	Incendie	54
Unité de compression et d'épuration du biogaz (container épuration)	Explosion	55
	Dispersion toxique	56
	Incendie	57
Poste d'injection du biogaz (container injection)	Explosion	58
	Dispersion toxique	59

4.3 Analyse préliminaire des risques des modifications apportées

L'analyse préliminaire des risques liés aux modifications apportées au site est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau 10 : Tableau d'analyse préliminaire des risques

Activité / Bâtiment	N° PhD	Élément dangereux	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Effets dangereux	Barrières de prévention prévues	Barrières de protection prévues	Phénomène dangereux à modéliser
Digesteur	15	Biogaz	<ul style="list-style-type: none"> - Entrée d'air à l'intérieur du digesteur : <ul style="list-style-type: none"> o travaux à l'intérieur du digesteur (opération de curage) alors qu'il reste du biogaz o entrée d'air par la soupape (dépression à l'intérieur, soupape défaillance, dérèglement débit d'air d'entrée traitement H2S) - Bouchage des canalisations en sortie - Soupape défaillante (obturation) - Arrêt du brassage (formation de croûte à la surface) : surpression en- dessous de la croûte 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion (VCE) - Formation ATEX à l'intérieur du digesteur 	<p>Effets de surpression (VCE dans le digesteur si présence d'un point d'inflammation)</p> <p>Provoquant : Effets toxiques (dispersion de H₂S)</p> <p>Pollution des sols (rejet digestat à l'extérieur du site)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Procédure d'intervention pour le curage - S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection gaz...) - vidange du digesteur, inertage à l'azote, attente de dégazage du biogaz (suivi via analyseur) puis ouverture du ciel gazeux - Captage du biogaz - Présence d'agitateurs - Matériel ATEX - Suivi du niveau de biomasse et maintien à un niveau stable - Suivi en continu de la température de la biomasse, du débit et de la pression dans le digesteur - Sondes de température avec asservissement et report d'alarme sur le PC de contrôle ou le téléphone portable - Plan de maintenance préventive (vérification régulière des soupapes) - Contrôle régulier des soupapes de sécurité pression / vide Interdiction de fumer - Capteur de pression avec asservissements à pression basse - En cas d'intervention d'entreprise extérieure : plan de prévention, permis feu, permis de travail - Clapet d'air anti-retour 	<ul style="list-style-type: none"> - Torchère pour brûler le biogaz en excédent - Soupapes (pression / vide) de sécurité - Soupape à garde hydraulique : vérification visuelle périodique de la présence d'eau - Garde hydraulique au- dessus du digesteur - Dimensionnement adapté des soupapes - Consigne en cas de fuite de gaz 	<p>OUI</p> <p>Effets possibles à l'extérieur des limites de propriété</p>
	16	Biogaz	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en dépression du digesteur (pas de production gazeuse ou canalisation d'entrée bouchée) : rupture - Surpression - Trou dans la toiture (usure, corrosion...) 	<ul style="list-style-type: none"> - UVCE ou Feu torche - Rupture au niveau de l'enveloppe 	<p>Effets de surpression (UVCE)</p> <p>Effets thermiques (feu torche si présence d'un point d'inflammation)</p> <p>Provoquant : Effets toxiques (dispersion de H₂S)</p> <p>Pollution des sols (rejet digestat à l'extérieur du site)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pression désirée ajustée par une soupape - Garde hydraulique en complément de la soupape - Capteur de pression assure le suivi de la pression avec report vers le PC de contrôle et asservissement à une évacuation par la soupape si besoin - Maintenance préventive soufflerie à air - Clapet d'air anti-retour - Interdiction de fumer - En cas d'intervention d'entreprise extérieure : plan de prévention et permis de feu 	<ul style="list-style-type: none"> - Torchère pour brûler le biogaz en excédent - Soupape - Consigne en cas de fuite de gaz 	<p>NON</p> <p>Gestion des suppression par soupape + garde hydraulique</p>
	17	Biogaz	<ul style="list-style-type: none"> - Bouchage des canalisations en sortie - Soupape défaillante (obturation) - Arrêt du brassage (formation de croûte à la surface) : surpression en- dessous de la croûte 	<ul style="list-style-type: none"> - UVCE ou Feu torche - Rejet de biogaz par la soupape 	<p>Effets de surpression (UVCE)</p> <p>Effets thermiques (feu torche si présence d'un point d'inflammation)</p> <p>Provoquant : Effets toxiques (dispersion de H₂S)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zonage ATEX à proximité des soupapes - Affichage de ce zonage - Eloignement des soupapes par rapport aux sources d'ignition - Soupapes à l'air libre et à 21 m par rapport au sol - Interdiction de fumer - En cas d'intervention d'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> - Consigne en cas de fuite de gaz 	<p>NON</p> <p>Soupape à une hauteur élevée, permettant d'éviter les dangers au niveau du sol</p>

Activité / Bâtiment	N° PhD	Élément dangereux	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Effets dangereux	Barrières de prévention prévues	Barrières de protection prévues	Phénomène dangereux à modéliser
					Pollution des sols (rejet digestat à l'extérieur du site)	extérieure : plan de prévention et permis de feu		
	18	Biogaz	- Sur-remplissage (bouchage canalisations, débit d'entrée trop important...)	Surpression interne du digesteur	Effets de surpression (UVCE)	- Zonage ATEX à proximité des soupapes - Affichage de ce zonage	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Pression de fonctionnement faible
	19	Digestat	- Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne...) - Enveloppe fuyarde - Sur-remplissage (bouchage canalisations, débit d'entrée trop important...)	Epanchage	Pollution des sols	- Redondance et verrouillage vannes du digestat - Maintenance préventive et curative des vannes - Limitation au maximum de la formation de H ₂ S dans le biogaz par injection de chlorure ferrique dans le ciel gazeux du digesteur - Mesure de niveau et des débits d'entrée et de sortie du digestat avec asservissement à l'introduction des entrants	- Consigne d'intervention en cas de déversement accidentel - Bassin de rétention autour du digesteur - Bassin EP	NON Présence de rétentions suffisantes sur le site
	20	Gaz	Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne...) - Enveloppe fuyarde - Sur-remplissage (bouchage canalisations, débit d'entrée trop important...)	Dispersion toxique + pollution eaux et sols	Effets toxiques (dispersion de H ₂ S)	- Redondance et verrouillage vannes du digestat - Maintenance préventive et curative des vannes - Limitation au maximum de la formation de H ₂ S dans le biogaz par injection de chlorure ferrique dans le ciel gazeux du digesteur - Mesure de niveau et des débits d'entrée et de sortie du digestat avec asservissement à l'introduction des entrants	- Consigne d'intervention en cas de déversement accidentel - Bassin de rétention autour du digesteur - Bassin EP	NON Concentration en H ₂ S inférieure aux limites de toxicité
Post-digesteur à double membrane ou Gazomètre	21	Biogaz	- Entrée d'air à l'intérieur du digesteur : o travaux à l'intérieur du post-digesteur (opération de curage) alors qu'il reste du biogaz o entrée d'air par la soupape (dépression à l'intérieur, soupape défaillance, dérèglement débit d'air d'entrée traitement H ₂ S) - Bouchage des canalisations en sortie - Soupape défaillante (obturation)	Explosion (VCE) Formation ATEX à l'intérieur du digesteur	Effets de surpression (VCE dans le post-digesteur si présence d'un point d'inflammation) Provoquant : Effets toxiques (dispersion de H ₂ S) Pollution des sols (rejet digestat à l'extérieur du site)	- Procédure d'intervention pour le curage - S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection gaz...) - Présence d'agitateurs - Matériel ATEX à l'intérieur et moteur des agitateurs placé à l'extérieur de la paroi de la cuve de stockage - Captage du biogaz - Suivi du niveau de biomasse et maintien à un niveau stable - Suivi en continu de la température de la biomasse, du débit et de la pression dans le digesteur - Plan de maintenance préventive (vérification régulière des soupapes) - Contrôle régulier des soupapes de sécurité pression / vide - Interdiction de fumer - Capteur de pression avec asservissements à pression basse - En cas d'intervention d'entreprise extérieure : plan de prévention, permis feu, permis de travail Clapet d'air anti-retour	- Torchère pour brûler le biogaz en excédent - Soupapes (pression / vide) de sécurité - Soupape à garde hydraulique : vérification visuelle périodique de la présence d'eau - Double membrane PVC - Consigne en cas de fuite de gaz	OUI Effets possibles à l'extérieur des limites de propriété
	22	Biogaz	Trou dans la membrane interne (usure, corrosion...)	Explosion (VCE) - Formation d'une ATEX dans l'espace inter membranaire	Effets de surpression	- Procédure d'intervention pour le curage - S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection gaz...) - Matériel ATEX à l'intérieur et moteur des agitateurs placé à l'extérieur de la paroi de la cuve de stockage - Captage du biogaz - Suivi du niveau de biomasse et maintien à un niveau stable	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Le biogaz est capté et des vannes permettent de limiter le gaz sortant

Activité / Bâtiment	N° PhD	Élément dangereux	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Effets dangereux	Barrières de prévention prévues	Barrières de protection prévues	Phénomène dangereux à modéliser
						- Suivi en continu de la température de la biomasse, du débit et de la pression dans le digesteur		
	23	Biogaz	Trou dans la membrane interne (usure, corrosion...)	UVCE ou Feu torche Rupture au niveau de l'enveloppe	Effets de surpression	- Procédure d'intervention pour le curage - S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection gaz...) - Matériel ATEX à l'intérieur et moteur des agitateurs placé à l'extérieur de la paroi de la cuve de stockage - Captage du biogaz - Suivi du niveau de biomasse et maintien à un niveau stable - Suivi en continu de la température de la biomasse, du débit et de la pression dans le digesteur	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Le biogaz est capté et des vannes permettent de limiter le gaz sortant
	24	Biogaz	- Bouchage des canalisations en sortie - Soupape défaillante (obturation) - Arrêt du brassage (formation de croûte à la surface) : surpression en-dessous de la croûte	UVCE ou Feu torche Rejet de biogaz par la soupape	Effets de surpression (UVCE) + Effets thermiques (feu torche si présence d'un point d'inflammation)	- Zonage ATEX à proximité des soupapes - Affichage de ce zonage - Eloignement des soupapes par rapport aux sources d'ignition - Soupapes à l'air libre et à 5 m par rapport au sol - Interdiction de fumer - En cas d'intervention d'entreprise extérieure : plan de prévention et permis de feu	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Soupape à l'air libre et à 5 m au-dessus du sol
	25	Biogaz	Trou dans la membrane interne (usure, corrosion...)	Surpression interne du digesteur	Effets de surpression	- Procédure d'intervention pour le curage - S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection gaz...) - Matériel ATEX à l'intérieur et moteur des agitateurs placé à l'extérieur de la paroi de la cuve de stockage - Captage du biogaz - Suivi du niveau de biomasse et maintien à un niveau stable - Suivi en continu de la température de la biomasse, du débit et de la pression dans le digesteur	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Mesures de prévention et de protection suffisantes
	26	Digestat	- Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne...) - Enveloppe fuyarde - Sur-remplissage (bouchage canalisations, débit d'entrée trop important...)	Epanchage	Pollution des sols	- Redondance et verrouillage vannes du digestat - Maintenance préventive et curative des vannes - Limitation au maximum de la formation de H ₂ S dans le biogaz par injection de chlorure ferrique dans le ciel gazeux du digesteur - Mesure de niveau et des débits d'entrée et de sortie du digestat avec asservissement à l'introduction des entrants	- Consigne d'intervention en cas de déversement accidentel - Bassin de rétention autour du post-digesteur - Bassin EP	NON Présence de rétentions suffisantes sur le site
	27	Gaz	- Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne...) - Enveloppe fuyarde - Sur-remplissage (bouchage canalisations, débit d'entrée trop important...)	Dispersion toxique + pollution eaux et sols	Effets toxiques (dispersion de H ₂ S)	- Limitation au maximum de la formation de H ₂ S dans le biogaz par injection de chlorure ferrique dans le ciel gazeux du digesteur - Mesure de niveau et des débits d'entrée et de sortie du digestat avec asservissement à l'introduction des entrants	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Concentration en H ₂ S inférieure aux limites de toxicité
Canalisations de biogaz épuré et de biométhane	33	Biogaz	- Bouchage des canalisations en sortie - Soupape défaillante (obturation) - Arrêt du brassage (formation de croûte à la surface) : surpression en- dessous de la croûte	UVCE ou Feu torche	Effets de surpression (UVCE) + Effets thermiques (feu torche si présence d'un point d'inflammation)	- Zonage ATEX à proximité des soupapes - Affichage de ce zonage - Eloignement des soupapes par rapport aux sources d'ignition - Soupapes à l'air libre et à 5 m par	- Consigne en cas de fuite de gaz	NON Mesures de prévention et de protection suffisantes

Activité / Bâtiment	N° PhD	Élément dangereux	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Effets dangereux	Barrières de prévention prévues	Barrières de protection prévues	Phénomène dangereux à modéliser
						rapport au sol - Interdiction de fumer - En cas d'intervention d'entreprise extérieure : plan de prévention et permis de feu		
Cuve de digestat liquide	35	Phénomène dangereux non modifié						
Chaudière	37			Explosion côté gaz				
Unité de compression et d'épuration du biogaz (container épuration)	55	Biogaz	- Rupture canalisation d'alimentation ou de sortie en biogaz - Agression externe, erreur maintenance, vibrations	Explosion	Effets de surpression	- Ventilation du local	- Détection gaz dans le local avec fermeture auto de vannes en amont - Vanne de coupure générale du biogaz - Consigne en cas de fuite de gaz	OUI Effets possibles à l'extérieur des limites de site
	56	Biogaz	- Rupture canalisation d'alimentation ou de sortie en biogaz - Agression externe, erreur maintenance, vibrations	Dispersion toxique	Effets toxiques (dispersion de H ₂ S)	- Ventilation du local	- Détection gaz dans le local avec fermeture auto de vannes en amont - Vanne de coupure générale du biogaz - Consigne en cas de fuite de gaz	OUI Modélisé à la demande de la DREAL
	57	Biogaz	- Fuite d'huile - Echauffement	Incendie	Effets thermiques	- Maintenance préventive - Contrôle réglementaire - Equipement Sous Pression	- Formation incendie pour l'ensemble des salariés - Intervention des salariés formés (équipements de lutte contre l'incendie de première intervention, réserve d'eaux d'extinction incendie) - Rétention des eaux d'extinction incendie - Conditions de stockage adaptées afin de limiter le risque de propagation - Présence de moyens adaptés pour l'extinction	OUI Modélisé à la demande de la DREAL

4.4 Synthèse des Evénements Redoutés Centraux (ERC) du site à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)

Le tableau ci-après reprend l'ensemble des Evénements Redoutés Centraux (ERC) de l'étude de dangers de 2015, et précise leur pertinence au vu des modifications envisagées.

Tableau 11 : Liste des ERC

N° PhD	Système / installation	Phénomène Dangereux (PhD)	INTEGRATION DANS EDD ACTUELLE
1	Cuve de réception	Dispersion toxique (H ₂ S)	ERC non modifiés
2	Déchets organiques solides et liquides	Explosion	
3		Epanchage	
4		Incendie	
5	Broyeur biomasse Centrifugeuse	Explosion	
6		Epanchage	
7	Pompes	Incendie	
8		Epanchage	
9	Cuve de mélange	Explosion	
10		Dispersion toxique (H ₂ S)	
11	Colonne d'hygiénisation : Tanks de pasteurisation, échangeurs thermiques	Epanchage	
12		Explosion	
13		Pollution	
14		Incendie	
15	Digesteur	Explosion (VCE) Formation ATEX à l'intérieur du digesteur	ERC remodelisé
16		UVCE ou Feu torche Rupture au niveau de l'enveloppe	ERC non modifiés
17		UVCE ou Feu torche Rejet de biogaz par la soupape	
18		Surpression interne du digesteur	
19		Epanchage	
20		Dispersion toxique + pollution eaux et sols	
21		Post-digesteur à double membrane ou Gazomètre	
22		Explosion (VCE) - Formation d'une ATEX dans l'espace inter membranaire	ERC non modifiés
23		UVCE ou Feu torche Rupture au niveau de l'enveloppe	
24		UVCE ou Feu torche Rejet de biogaz par la soupape	
25		Surpression interne du digesteur	
26		Epanchage	

N° PhD	Système / installation	Phénomène Dangereux (PhD)	INTEGRATION DANS EDD ACTUELLE
27		Dispersion toxique + pollution eaux et sols	
28	Canalisations de digestat	UVCE	
29		Dispersion toxique (H ₂ S)	
30		Pollution	
31		UVCE	
32	Canalisations de biogaz (avant épuration du biogaz)	Dispersion toxique (H ₂ S)	
33	Canalisations de biogaz épuré et de biométhane	UVCE ou Feu torche	ERC remodelisé
34	Biofiltre pour le traitement des odeurs	Incendie	ERC non modifiés
35	Cuve de digestat liquide	Pollution	ERC non modifié
36	Presse biomasse	Incendie	ERC supprimé
37	Chaudière	Explosion côté gaz	ERC non modifié
38	Container chaudière	Explosion	ERC re-étudiée
39		Dispersion toxique	
40	Torchère	Dispersion toxique	
41		Propagation de la flamme aux équipements amont	
42	Puits de condensation Canalisations biogaz associées	UVCE ou Feu torche	
43	Puits de condensation Intérieur	Explosion (VCE)	
44	Stockage de produits chimiques (chlorure ferrique, soude, acide nitrique ou acide sulfurique)	Pollution	
45	Dépotage de produits chimiques (chlorure ferrique, soude, acide nitrique ou acide sulfurique)	Pollution	ERC non modifiés
47	Colonnes de strippage et de lavage	UVCE ou Feu torche	
48	Colonnes de strippage et de lavage Canalisation digestat associée	Dispersion toxique (H ₂ S)	
50	Cuve de stockage de solution azotée à base de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium	Pollution	
51	Groupe froid (épuration gaz)	Pollution	
54	Installations électriques (container électrique)	Incendie	
55	Unité de compression et d'épuration du biogaz (container épuration)	Explosion	ERC remodelisé
56		Dispersion toxique	
57		Incendie	ERC non modifiés
58		Explosion	

N° PhD	Système / installation	Phénomène Dangereux (PhD)	INTEGRATION DANS EDD ACTUELLE
59	Poste d'injection du biogaz (container injection)	Dispersion toxique	
60	Canalisation de biogaz	Dispersion toxique	Nouvelle ERC suite à la demande de la DREAL

Ainsi, les 8 événements modélisés ou réévalués, liés au projet de modification des équipements du site BIODEAC et identifiés à l'issue de l'analyse préliminaire des risques, sont les suivants :

- Phénomène dangereux n°15 : Explosion du digesteur,
- Phénomène dangereux n°21 : Explosion du post-digesteur,
- Phénomène dangereux n°55 : Explosion du caisson épuration/compression de biogaz,
- Phénomène dangereux n°33 : UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane,
- Phénomène dangereux n°23 : UVCE d'un nuage de biogaz suite à la rupture totale de la membrane du post-digesteur ;
- Phénomène dangereux n°60 : dispersion d'un nuage de biogaz suite à la rupture d'une canalisation.

5. Evaluation des distances d'effets

Les hypothèses, les outils utilisés (logiciel de simulation, modèles retenus) et les résultats de ces simulations de scénarios d'accidents (effets thermiques liés aux incendies et de surpression liés à l'explosion) sont détaillés dans les paragraphes suivants.

On rappelle que les conséquences de ces scénarios sont évaluées sans tenir compte des moyens d'alerte, de protection et d'intervention existants. Ces moyens sont présentés au paragraphe 6 de cette étude. Il précise les mesures retenues pour limiter le risque d'accident et leurs conséquences et les moyens d'intervention en cas d'accident.

5.1 Contexte réglementaire – seuils d'effets

Les seuils d'effets sont définis par l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets, et de la gravité des conséquences des accidents potentiels ».

D'une façon générale, les distances atteintes par les phénomènes dangereux (PhD) sont associées à 3 niveaux d'intensité correspondant chacun à un seuil d'effets :

- SELS : Seuil d'effets létaux significatifs pour la vie humaine ;
- SEL : Seuil d'effets létaux pour la vie humaine ;
- SEI : Seuil des effets irréversibles pour la vie humaine.

Seuils des effets de surpression

Les valeurs seuils pour les effets de surpression sont reportées dans le tableau ci-après (effets sur l'homme). A titre indicatif, les effets sur les structures sont également présentés.

Tableau 12 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets de surpression

Pour les effets sur l'homme		Pour les effets sur les structures	
Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondants à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	50 mbar	Seuil des destructions significatives des vitres	20 mbar
Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondants à la zone de dangers graves pour la vie humaine	140 mbar	Seuil de dégâts légers sur les structures	50 mbar
Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondants à la zone de dangers très graves pour la vie humaine	200 mbar	Seuil de dégâts graves sur les structures	140 mbar
		Seuil d'effets dominos	200 mbar
		Seuil de dégâts très graves sur les structures	300 mbar

Seuils des effets thermiques

Les valeurs seuils pour les effets thermiques sont reportées dans le tableau ci-dessous (effets sur l'homme). A titre indicatif, les effets sur les structures sont également présentés.

Tableau 13 : Valeurs seuil retenues pour l'estimation des effets thermiques

Effets	Rayonnement thermique associé
Effets sur les personnes	
Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondants à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	3 kW/m ² Ou (600 kW/m ²) ^{4/3} .s
Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondants à la zone de dangers graves pour la vie humaine	5 kW/m ² Ou (1000 kW/m ²) ^{4/3} .s
Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondants à la zone de dangers très graves pour la vie humaine et seuil des effets domino	8 kW/m ² Ou (1800 kW/m ²) ^{4/3} .s
Effets sur structures	
Seuil des destructions de vitres significatives	5 kW/m ²
Seuil des effets domino ⁽¹⁾ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures	8 kW/m ²
Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	16 kW/m ²
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton	20 kW/m ²
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	200 kW/m ²

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

5.2 PhD n°15 : Explosion du digesteur

5.2.1 Projet de 2015

En 2015, les caractéristiques du digesteur étaient les suivantes :

- le volume de gaz présent dans l'enceinte du digesteur a, tout comme dans l'étude de l'APAVE, été considéré comme étant le volume maximal de biogaz pouvant être stocké dans le digesteur soit 700 m³ ;
- la pression de rupture du digesteur a été réajustée plus précisément à partir des données « constructeur ». Il s'avère que la pression des joints hydrauliques est de 24 mbar. Ainsi, en considérant que la coupole est le premier élément à être ruiné lors de l'explosion, la pression de rupture du digesteur a été prise égale à 24 mbar.

► Calcul de l'énergie d'explosion

La surpression dans le volume confiné est prise égale à 2,5 fois³ la pression maximum admissible dans la capacité soit 6,0.10³ Pa (60 mbar). La pression d'explosion primaire est donc de 60 mbar.

$$E = 10^3 \times 6,0 \times 700 / (1,3 - 1) = 1,40.10^7 \text{ J.}$$

³ INERIS-DRA-12-125630-04945B, Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets - Ω 15

Choix de l'indice multi-énergie

S'agissant du choix de l'indice, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a affaire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

Les effets de pression engendrés par la mise à l'atmosphère brutale du contenu d'un réservoir lors de son éclatement sont ainsi assimilés à ceux engendrés lors d'une détonation (la courbe indice 10 correspond aux effets d'une détonation)³.

Pour un indice de 10, les valeurs de λ sont :

- $\lambda_{300} = 1,3$
- $\lambda_{200} = 1,5$
- $\lambda_{140} = 2,3$
- $\lambda_{50} = 5,1$

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

Tableau 14 : Formule des distances de surpressions pour un indice de sévérité de 10

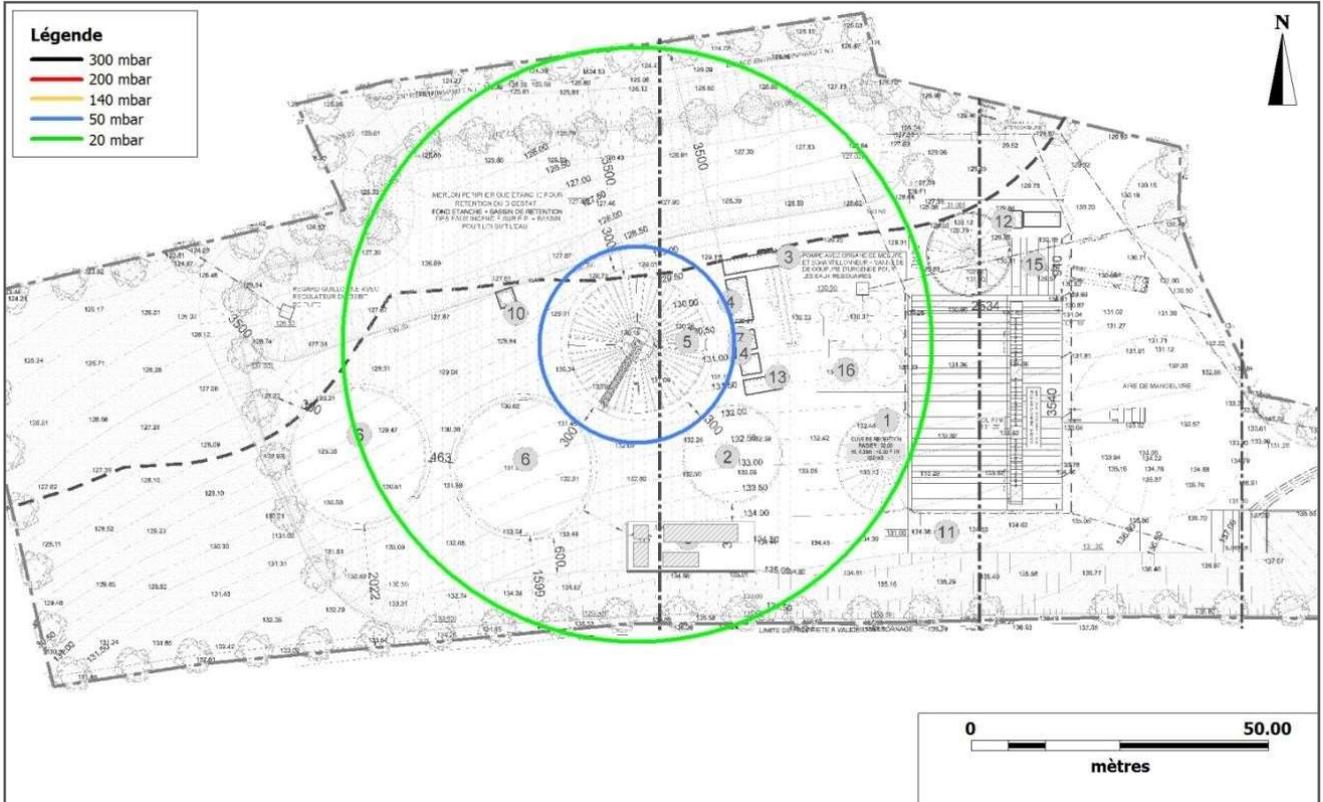
Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10
300 mbar	$0,028.E^{1/3}$
200 mbar	$0,032.E^{1/3}$
140 mbar	$0,05.E^{1/3}$
50 mbar	$0,11.E^{1/3}$
20 mbar	$2 \times 0,11.E^{1/3}$

Le tableau et la figure ci-après présentent les distances d'effets obtenues en 2015.

Tableau 15 : Effets de surpression suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15

Distance	Effets de surpression à partir du centre du digesteur				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du haut des parois du digesteur (à 21,1 m) suite à l'explosion du digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	26,5 m	53,0 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	16,1 m	48,6 m

Figure 12: Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15



Seuls les effets à 20 mbar sortent des limites de propriété.

5.2.2 Projet actuel

La SAS BIODEAC souhaite modifier la capacité du digesteur : passage d'un volume de 8 000 m³ à 9 500 m³ avec modification du ciel gazeux : volume de 700 m³ à 1 000 m³. Les caractéristiques constructives de celui-ci restent, par contre identiques. Le ciel gaz du digesteur étant modifié, les distances d'effet en cas d'explosion doivent être revues.

Les caractéristiques du digesteur retenues sont les suivantes :

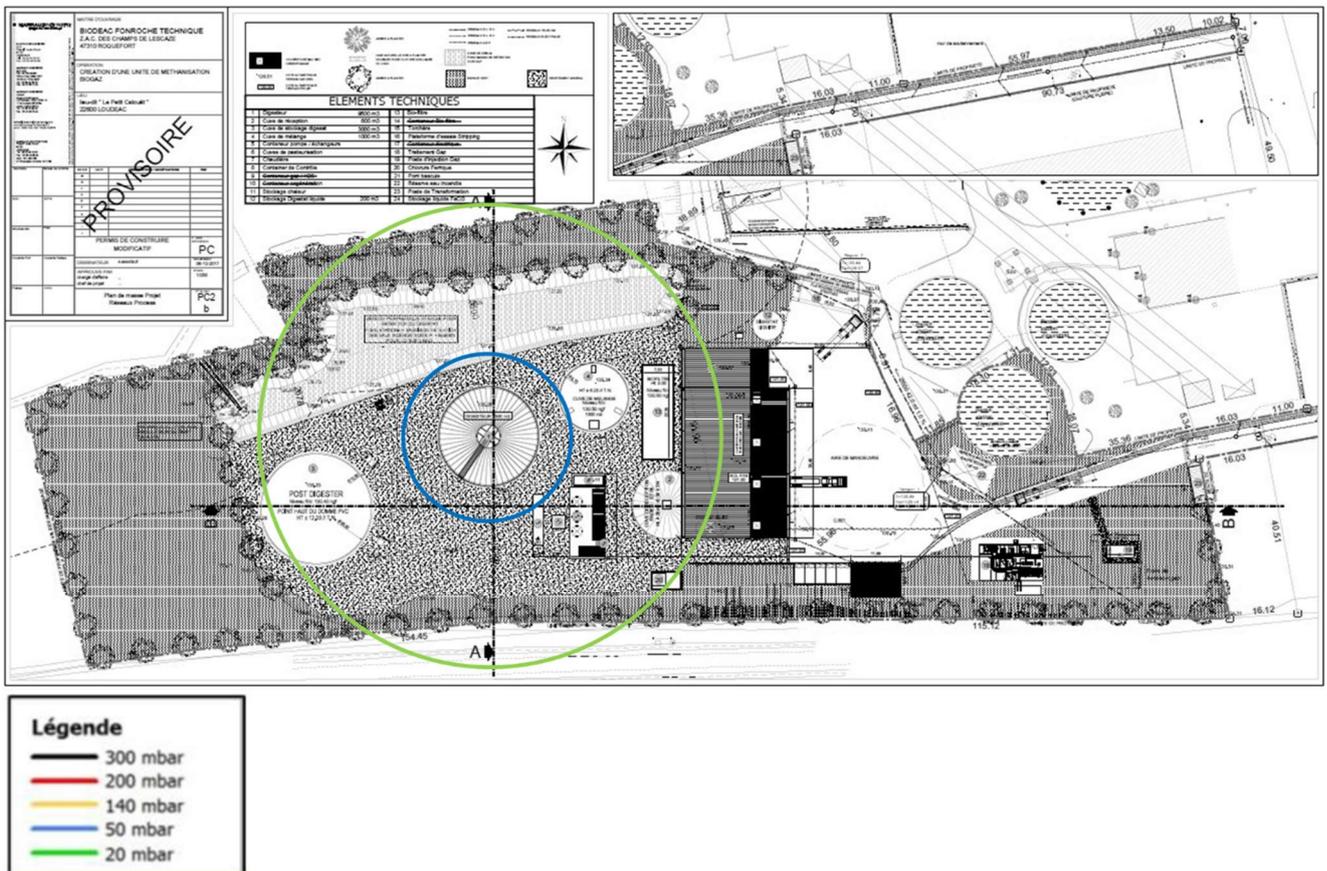
- Volume de gaz : 1000 m³
- Pression de rupture du digesteur : 24 mbar (comme dans l'étude initiale, en considérant que la coupole est le premier élément à être ruiné).

Tableau 16 : Effets de surpression suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15

Distance	Effets de surpression à partir du centre du digesteur				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du haut des parois du digesteur (à 21,1 m) suite à l'explosion du digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	29,9 m	59,7 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	20,2 m	55,5 m

La figure ci-après permet de visualiser ces distances sur le nouveau plan de masse du site.

Figure 13 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du digesteur – PhD n°15



Seuls les effets de 20 mbar sortent des limites de propriété.

La modification du volume du digesteur n'induit pas d'effet létal hors site ni d'effet domino sur les autres installations du site BIODEAC (seuil des 200 mbar non atteint).

5.3 PhD n°21 : Explosion du post-digesteur

5.3.1 Projet de 2015

Les caractéristiques des 2 post-digesteurs étaient les suivantes :

- le volume de gaz présent dans l'enceinte du post-digesteur a, tout comme dans l'étude de l'APAVE, été considéré comme étant le volume maximal de biogaz pouvant être stocké dans celui-ci soit 1 000 m³ ;
- la pression de rupture du post-digesteur a, tout comme dans l'étude de l'APAVE, été considérée égale à 15 mbar (données « constructeur »).

Les distances maximales pour les niveaux de pression réglementaires sont données ci-après.

Tableau 17: Effets de surpression suite à l'explosion d'un post-digesteur – PhD n°21

Distance	Effets de surpression à partir du centre du post-digesteur				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du haut des parois (à 5 m) suite à l'explosion d'un post digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	51,1 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion d'un post-digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	50,8 m

Figure 14 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion d'un post-digesteur – PhD n°21



Seuls les effets de 20 mbar sortent des limites de propriété.

5.3.2 Projet actuel

La SAS BIODEAC envisage de supprimer l'un des 2 post-digesteurs. De plus, la capacité du post-digesteur restant sera modifiée : passage de 2 500 m³ à 3 000 m³. Enfin, le ciel gazeux du post-digesteur sera également modifié par rapport au projet initial puisqu'il passera à 2 000 m³.

Le ciel gazeux du post-digesteur étant modifié, les distances d'effets en cas d'explosion doivent être revues.

Les caractéristiques du post-digesteur, dans le cadre du projet actuel, seront les suivantes :

- Hauteur du post-digesteur : 12 m dont 6 m de paroi et le reste pour le ciel gazeux ;
- Diamètre du post digesteur : 26 m ;
- Pression d'exploitation : 8 mbar ;
- Volume de biogaz : 2 000 m³ ;
- Température : entre 10 et 40 °C.

► Calcul de l'énergie d'explosion

La pression de rupture du post-digesteur a été considéré égale à 15 mbar (données « constructeur »).

La surpression dans le volume confiné est prise égale à 2,5 fois⁴ la pression maximum admissible dans la capacité soit 3,75.10³ Pa (37,5 mbar). La pression d'explosion primaire est donc de 37,5 mbar.

$$E = 10^3 \times 3,75 \times 2000 / (1,3 - 1) = 2,5 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

► Choix de l'indice multi-énergie

S'agissant du choix de l'indice, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a affaire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

Les effets de pression engendrés par la mise à l'atmosphère brutale du contenu d'un réservoir lors de son éclatement sont ainsi assimilés à ceux engendrés lors d'une détonation (la courbe indice 10 correspond aux effets d'une détonation)⁴.

► Distances d'effets

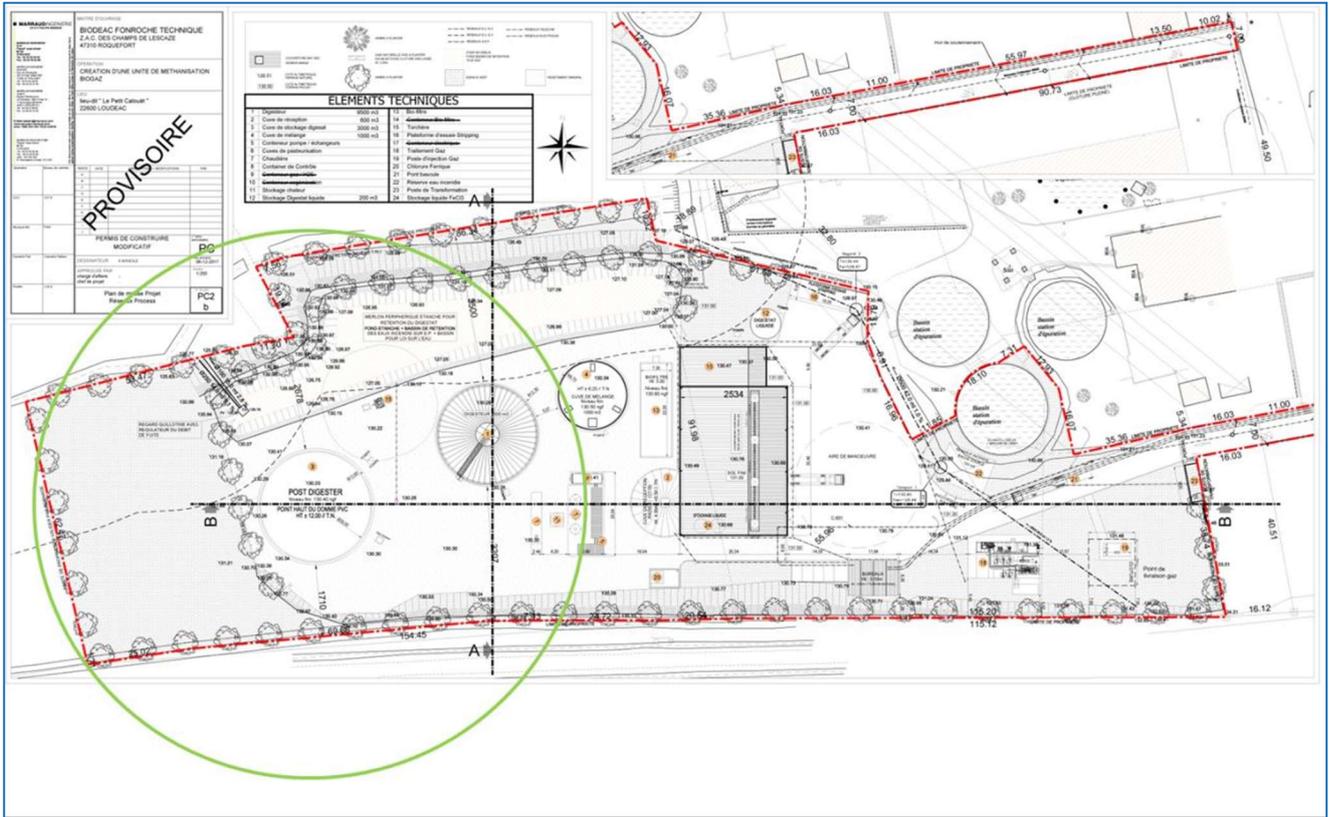
Les distances maximales pour les niveaux de pression réglementaires sont données ci-après.

Tableau 18 : Effets de surpression suite à l'explosion du nouveau post-digesteur – PhD n°21

Distance	Effets de surpression à partir du centre du post-digesteur				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du haut des parois (à 5 m) suite à l'explosion d'un post digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	64,3 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion d'un post-digesteur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	64,5 m

⁴ INERIS-DRA-12-125630-04945B, Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets - Ω 15

Figure 15 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du nouveau post-digester – PhD n°21



Seuls les effets de 20 mbar sortent des limites de propriété.

La modification de la capacité de stockage du post-digester, mais surtout la modification du volume du ciel gazeux du post-digester, n'induit pas d'effet létal hors site ni d'effet domino sur les autres installations du site BIODEAC (seuil des 200 mbar non atteint).

5.4 PhD n°55 : Explosion du caisson épuration/compression

5.4.1 Projet de 2015

Les caractéristiques du caisson épuration/compression du biogaz étaient les suivantes :

- le volume de gaz présent dans l'enceinte du caisson épuration/compression a, tout comme dans l'étude de l'APAVE, été considéré comme étant le volume maximal de biogaz pouvant être stocké dans l'enceinte soit 110 m³ ;
- le caisson qui sera installé sur site sera un caisson avec une pression de rupture de 100 mbar (« donnée « constructeur »).

► Détermination de la pression réduite d'explosion dans le caisson (Pred, max)

La pression de ruine des parois du caisson est de 100 mbar. Il convient de vérifier si l'ouverture des parois soufflables est suffisante pour s'assurer que la pression se développant dans le local restera inférieure à la pression de ruine des parois du caisson.

D'après la formule 6.1 du guide américain NFPA 68 « guide for venting of deflagrations » 2007, la surface d'évents pour des structures de faible résistance se calcule comme suit :

$$A_v = \frac{C(A_s)}{P_{red}^{1/2}}$$

Où :
 Av : surface d'évents (m²)
 C : constante égale à 0,037 bar pour le méthane (tableau 6.2.2 du guide)
 As : surface interne de la capacité (m²)
 P_{red} : pression maximum développée dans la capacité (bar)

Dans notre cas, As = 127,8 m² (5 parois soufflables) et P red = 0,1 bar. Ainsi, Av = 15,00 m².

Il est donc observé que la surface soufflable disponible est très supérieure à la surface nécessaire pour interdire la sollicitation excessive des parois du caisson. La pression de l'explosion développée dans le local sera donc inférieure à 100 mbar.

Nous retiendrons donc 100 mbar comme valeur pour Pred, max.

► Calcul de l'énergie d'explosion

La surpression dans le volume confiné est prise égale à 100 mbar comme expliqué ci-dessus.

$$E = 10^4 \times 110 / (1,3 - 1) = 3,67 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

► Choix de l'indice multi-énergie

S'agissant du choix de l'indice, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a affaire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

Les effets de pression engendrés par la mise à l'atmosphère brutale du contenu d'un réservoir lors de son éclatement sont ainsi assimilés à ceux engendrés lors d'une détonation (la courbe indice 10 correspond aux effets d'une détonation)⁵.

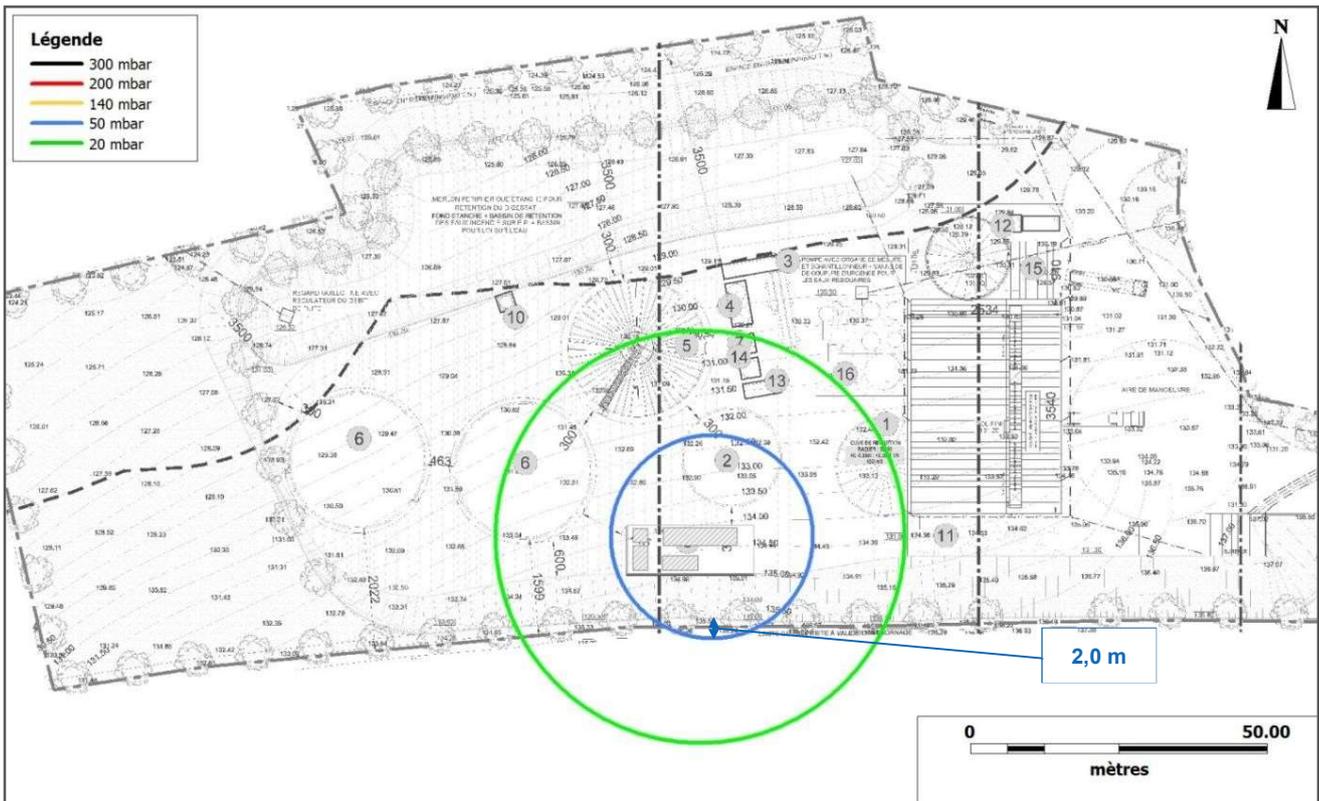
Les formules associées aux effets de surpression sont fournies dans le Tableau 14.

Le tableau et la figure ci-après présentent les distances d'effets obtenues en 2015.

Tableau 19 : Effets de surpression suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55

Distance	Effets de surpression à partir du centre du caisson épuration/compression				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du toit du caisson compression de biogaz (à 3 m) suite à l'explosion de ce dernier	Non atteint	Non atteint	Non atteint	17,0 m	33,9 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion du caisson compression de biogaz	Non atteint	Non atteint	Non atteint	16,7 m	33,8 m

Figure 16 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – PhD n°55



⁵ INERIS-DRA-12-125630-04945B, Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets - Ω 15

5.4.2 Projet actuel

La SAS BIODEAC souhaite modifier l'implantation du caisson épuration/compression du biogaz. Toutefois, les caractéristiques techniques de ce caisson restent identiques.

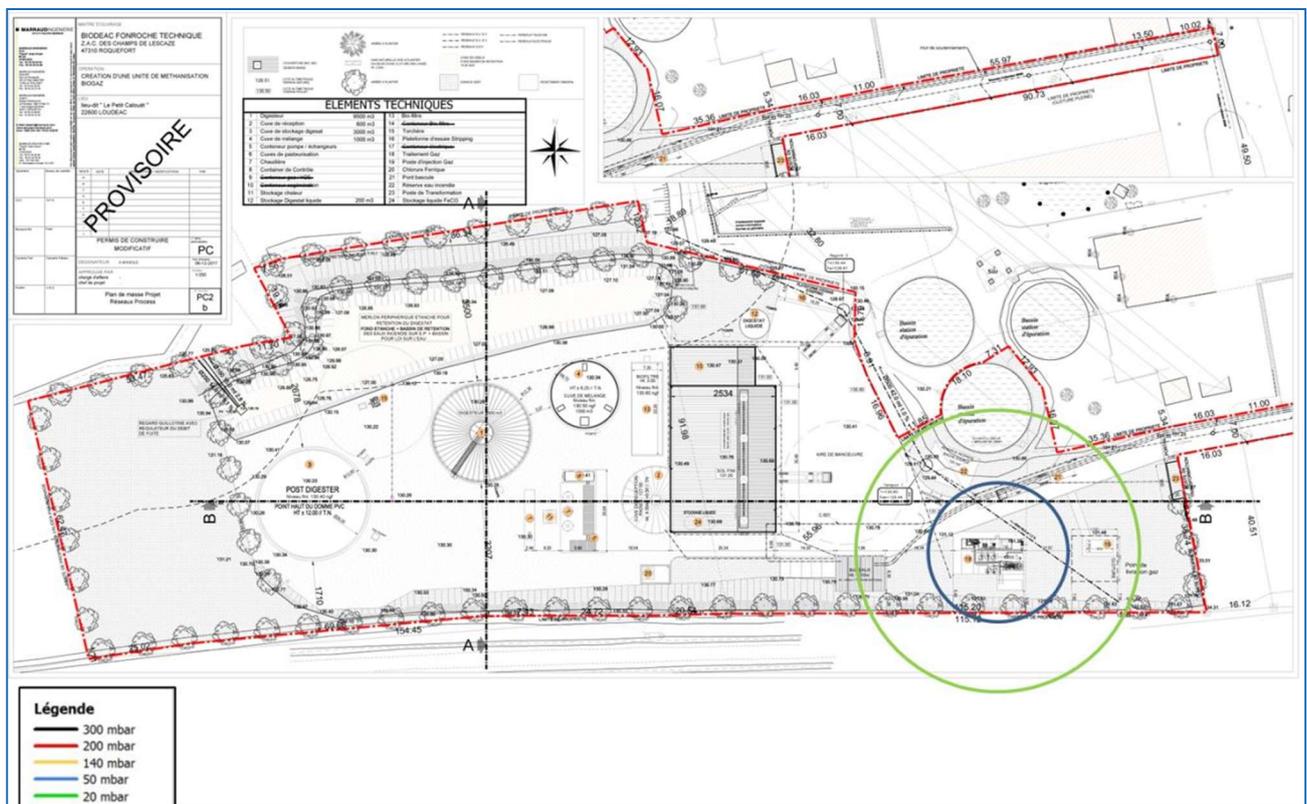
Ainsi, les distances d'effets indiquées précédemment restent les mêmes. Ces distances sont rappelées dans le tableau ci-après.

Tableau 20 : Effets de surpression suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – Phd n°55

Distance	Effets de surpression à partir du centre du caisson épuration/compression				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du toit du caisson compression de biogaz (à 3 m) suite à l'explosion de ce dernier	Non atteint	Non atteint	Non atteint	17,0 m	33,9 m
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion du caisson compression de biogaz	Non atteint	Non atteint	Non atteint	16,7 m	33,8 m

La figure ci-après permet de visualiser ces distances sur le nouveau plan de masse du site.

Figure 17: Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du caisson épuration/compression de biogaz – Phd n°55



Seuls les effets de surpression de 20 mbar et 50 mbar sortent des limites de propriété.

La modification de la localisation du caisson épuration/compression n'induit pas la sortie d'effet léthal ni d'effet domino sur les autres installations du site BIODEAC (seuil des 200 mbar non atteint).

5.5 PhD n°33 : UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane

5.5.1 Modélisation issue des modifications projetées en 2015

En 2015, le phénomène dangereux étudié est la rupture guillotine d'une canalisation de biométhane. Ce phénomène dangereux n'est envisageable qu'au droit de canalisations aériennes. Ainsi, dans une hypothèse majorante, tout comme dans l'étude réalisée par l'APAVE, ce phénomène a été étudié au droit de la canalisation aérienne présentant la plus grande quantité de méthane à savoir au niveau de la canalisation de biométhane aérienne située entre l'unité de compression/épuration et le poste d'injection et plus précisément en sortie de l'unité d'épuration/compression. En effet, quelques mètres après l'unité et jusqu'au poste d'injection, la canalisation de biométhane est enterrée.

Afin de limiter les effets de ce phénomène dangereux, la société BIODEAC a mis en place 2 vannes de coupure redondantes sur la canalisation de biométhane au droit de son passage en canalisation enterrée asservie à un capteur de pression. Ces deux équipements importants pour la sécurité permettront d'éviter les émissions de biométhane liées à la dépressurisation du tronçon de canalisation entre la partie aérienne et le poste d'injection.

Ainsi, seules les émissions liées au refoulement du compresseur ont été prises en compte. De plus, dans une approche majorante, cette alimentation a été considérée comme continue.

Les hypothèses retenues pour la simulation d'explosion du nuage de biogaz formé suite à une rupture guillotine de la canalisation en sortie du caisson compression étaient les suivantes :

- Rupture guillotine de la canalisation aérienne de biométhane ;
- Indice Multi-Énergie : un indice 4 est retenu ;
- Débit de la canalisation : 0,1 kg/s (sur la base d'un débit de 520 Nm³/h soit 36 m³/s) ;
- Conditions climatiques retenues :
 - F3 (Classe de stabilité : F avec une vitesse de vent de 3 m/s) ;
 - D5 (Classe de stabilité : D avec une vitesse de vent de 5 m/s) ;
- Masse du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 0,2 kg ;
 - Selon la condition climatique D5 : 0,04 kg ;
- Dimension du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 10,3 m de long sur 0,5 m de large ;
 - Selon la condition climatique D5 : 3,2 m de long sur 0,3 m de large ;
- Centre d'allumage du nuage : correspond au centre du nuage explosible.

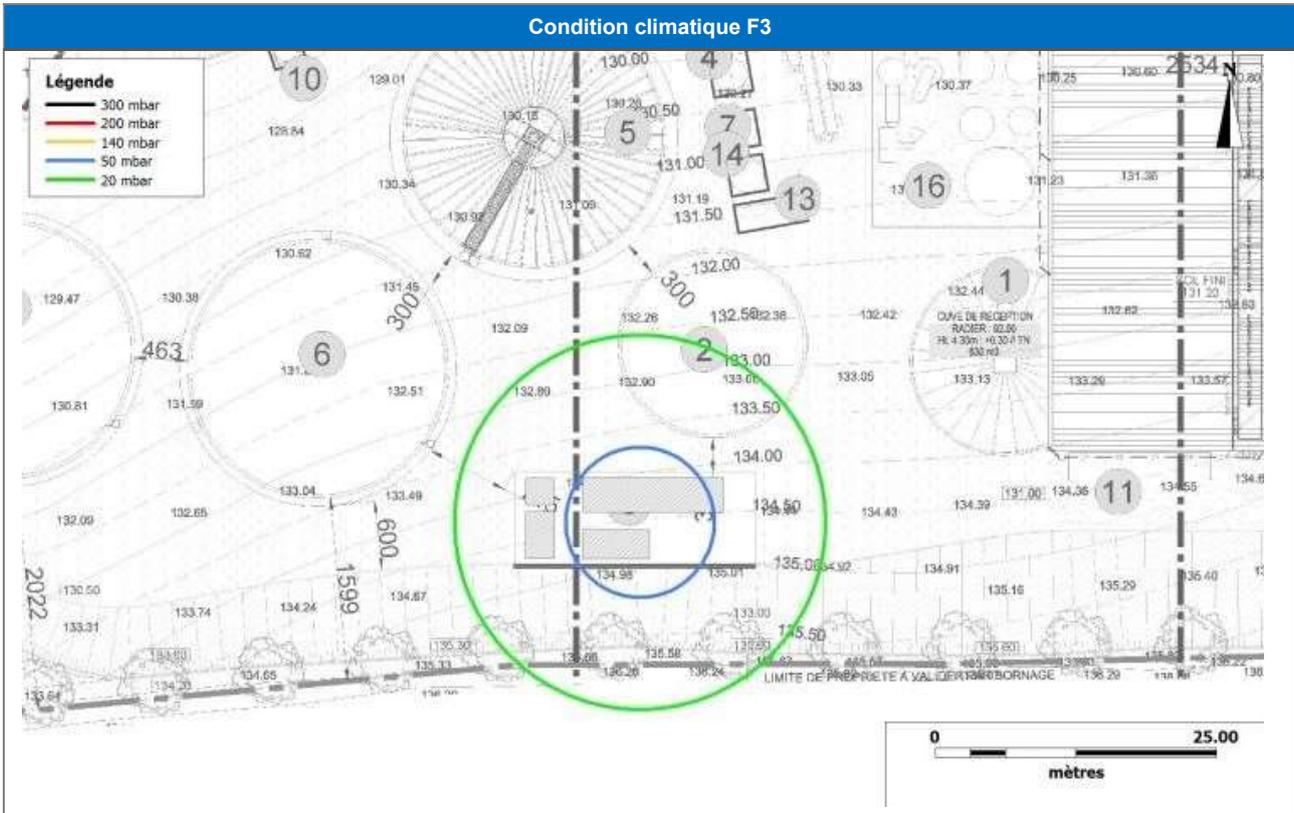
Les distances d'effets ont été calculées avec le logiciel EFFECTS développé par le TNO.

Le tableau ci-après présente les distances d'effets de surpression générées suite une rupture guillotine de la canalisation en sortie du caisson compresseur.

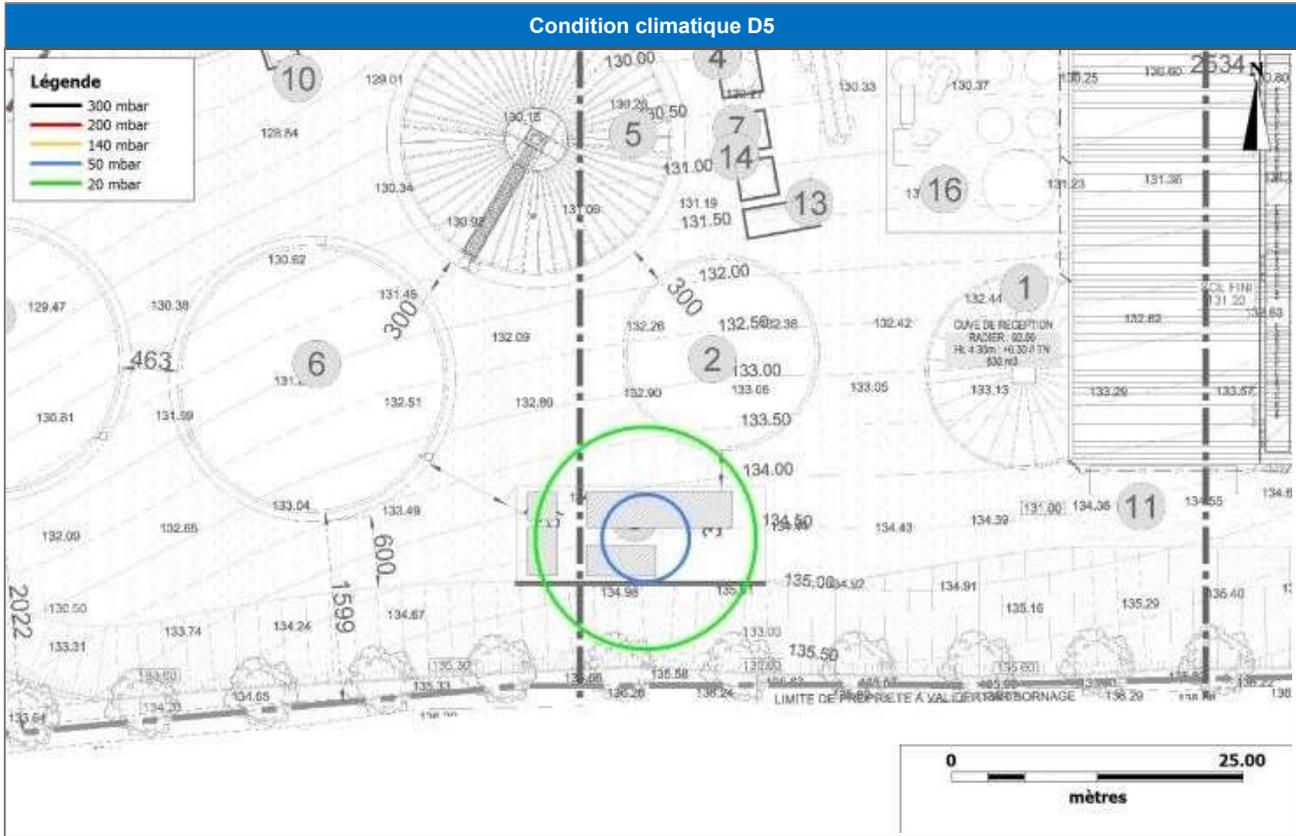
Tableau 21: Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33

Distance	Effets de surpression à partir du centre du nuage				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	6,5 m	16,2 m
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3,7 m	9,3 m

Figure 18 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33



Seuls les effets de 20 mbar sortent des limites de propriété.



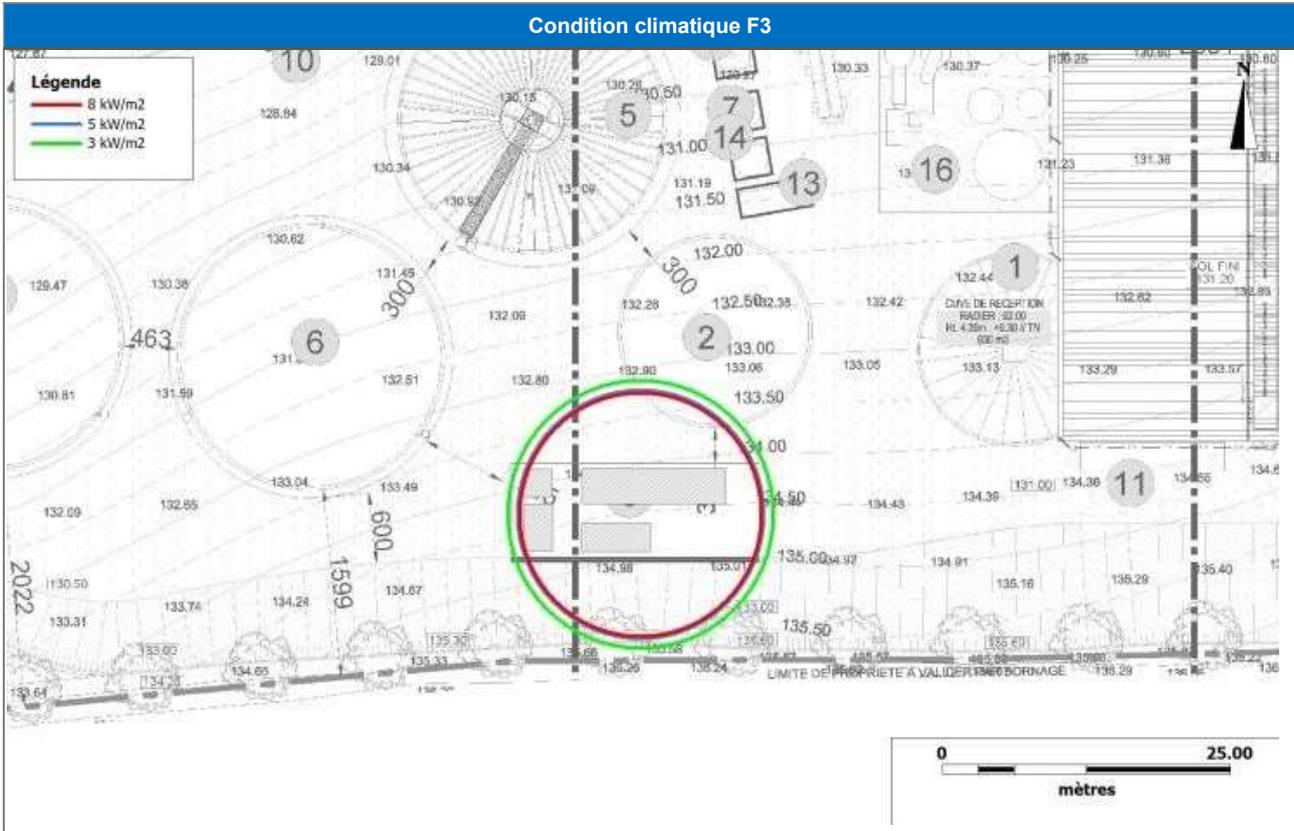
Les distances d'effets thermiques ont ensuite été calculées à partir de la distance à la LIE qui correspond à la plus grande dimension du nuage explosible. Les distances à la LIE calculées avec EFFECTS sont :

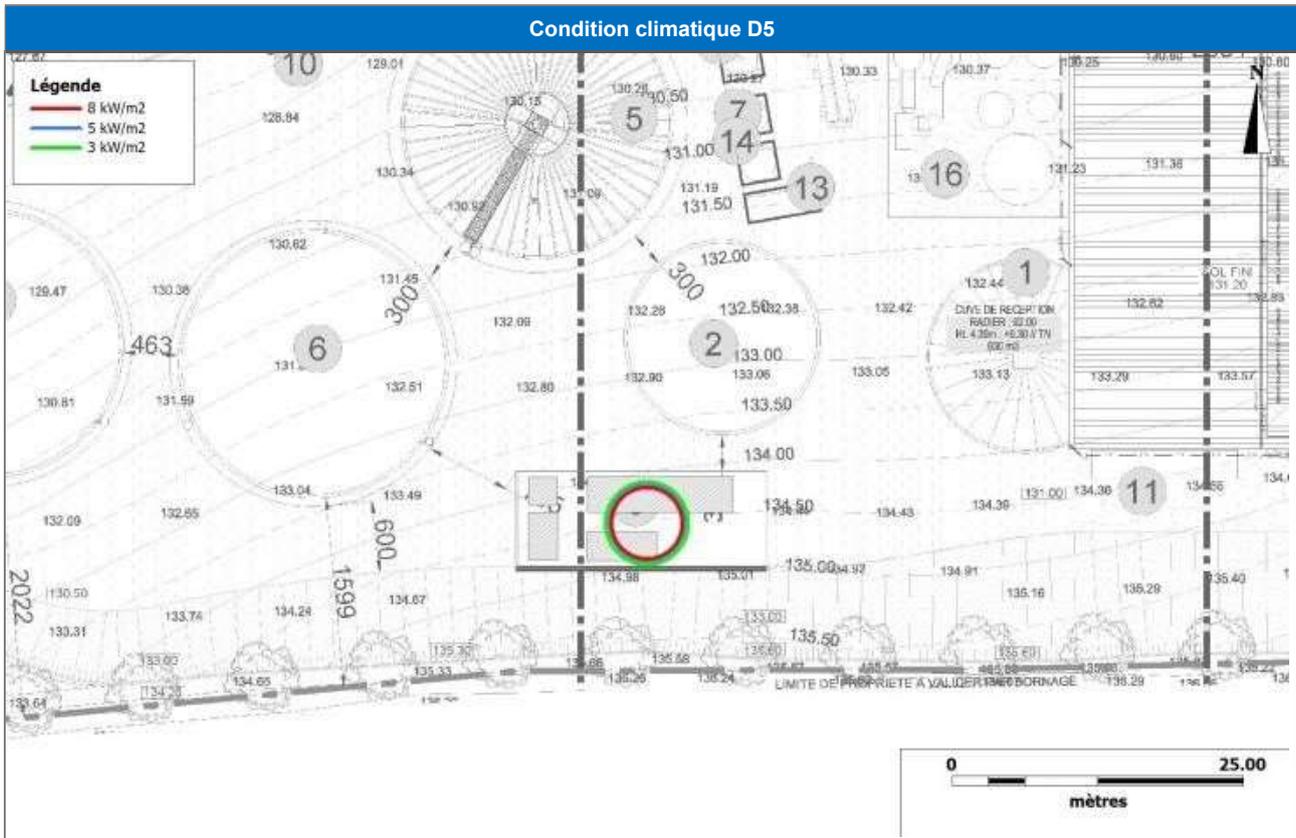
- sous la condition F3 : 10,3 m ;
- sous la condition D5 : 3,2 m.

Tableau 22 : Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33

Distance	Effets thermiques à partir du centre du nuage		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition climatique F3	10,3 m	10,3 m	11,3 m
Condition climatique D5	3,2 m	3,2 m	3,5 m

Figure 19 : Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – Phd n°33





5.5.2 Projet actuel

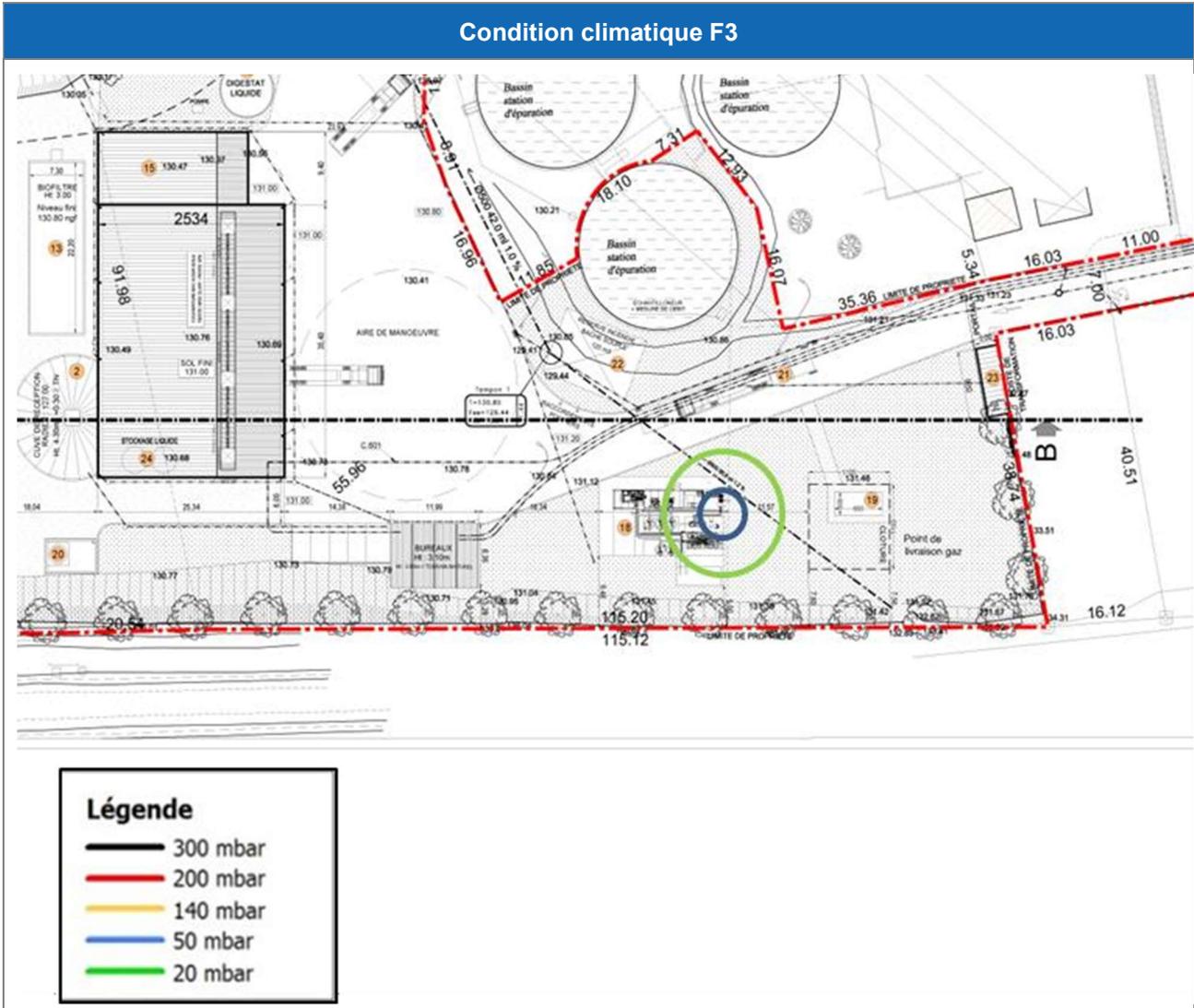
Comme explicité dans le paragraphe précédent, la SAS BIODEAC souhaite modifier l'implantation du caisson épuration/compression du biogaz. La canalisation de biométhane aérienne située entre l'unité de compression/épuration et le poste d'injection est donc déplacée dans le cadre du présent projet. Toutefois, les caractéristiques techniques restent identiques.

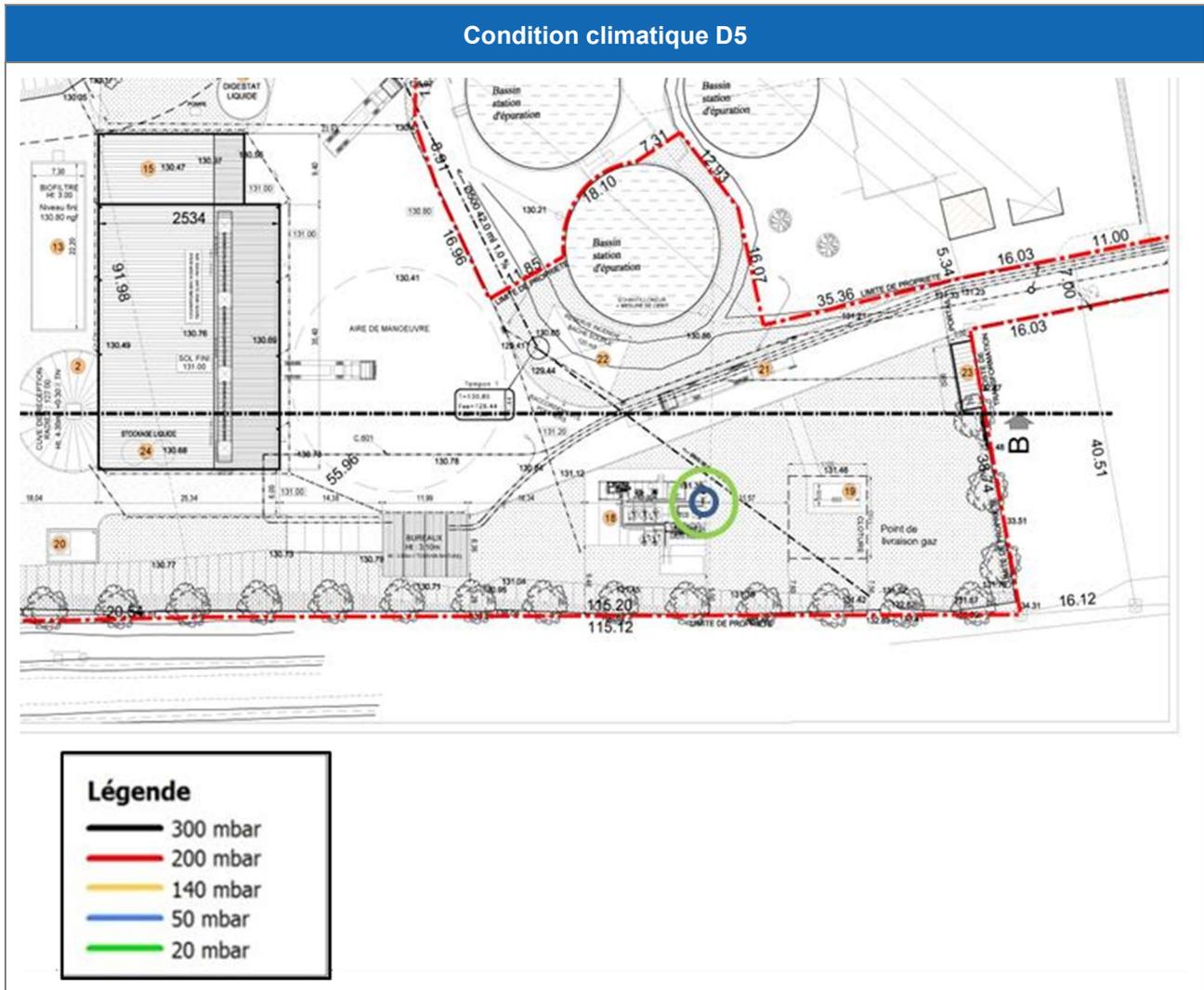
Ainsi, les distances d'effets indiquées précédemment pour le phénomène de surpression restent les mêmes. Ces distances sont rappelées dans le tableau ci-après, distances générées suite à une rupture guillotiné de la canalisation en sortie du caisson épuration/compression.

Tableau 23 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33

Distance	Effets de surpression à partir du centre du nuage				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	6,5 m	16,2 m
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3,7 m	9,3 m

Figure 20 : Effets de surpression de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33





Aucun effet de surpression ne sort des limites de propriété.

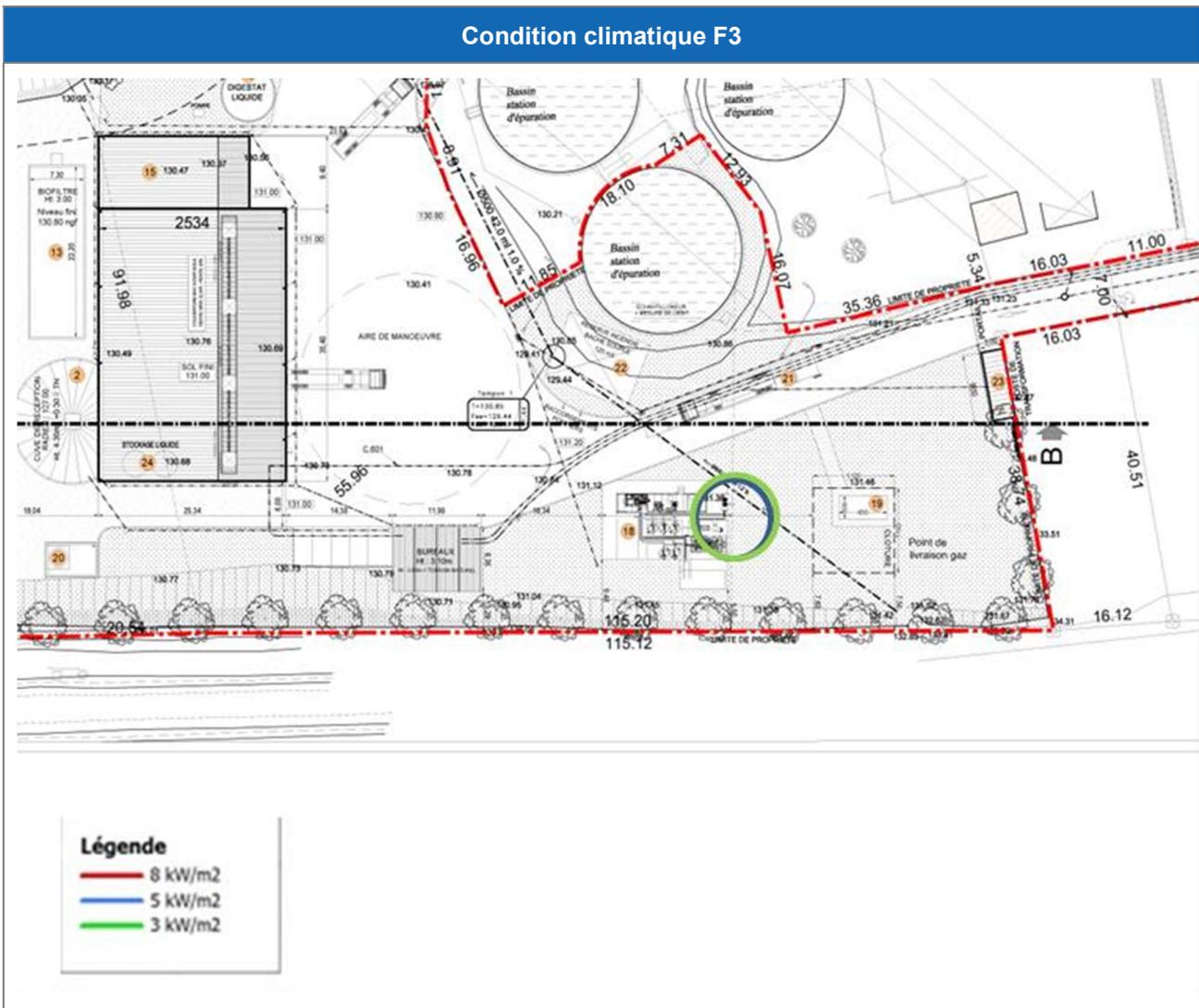
La modification de la localisation du caisson épuration/compression et donc de la canalisation de biométhane n'induit pas d'effet léthal hors site ni d'effets domino sur les autres installations du site BIODEAC (seuil des 200 mbar non atteint).

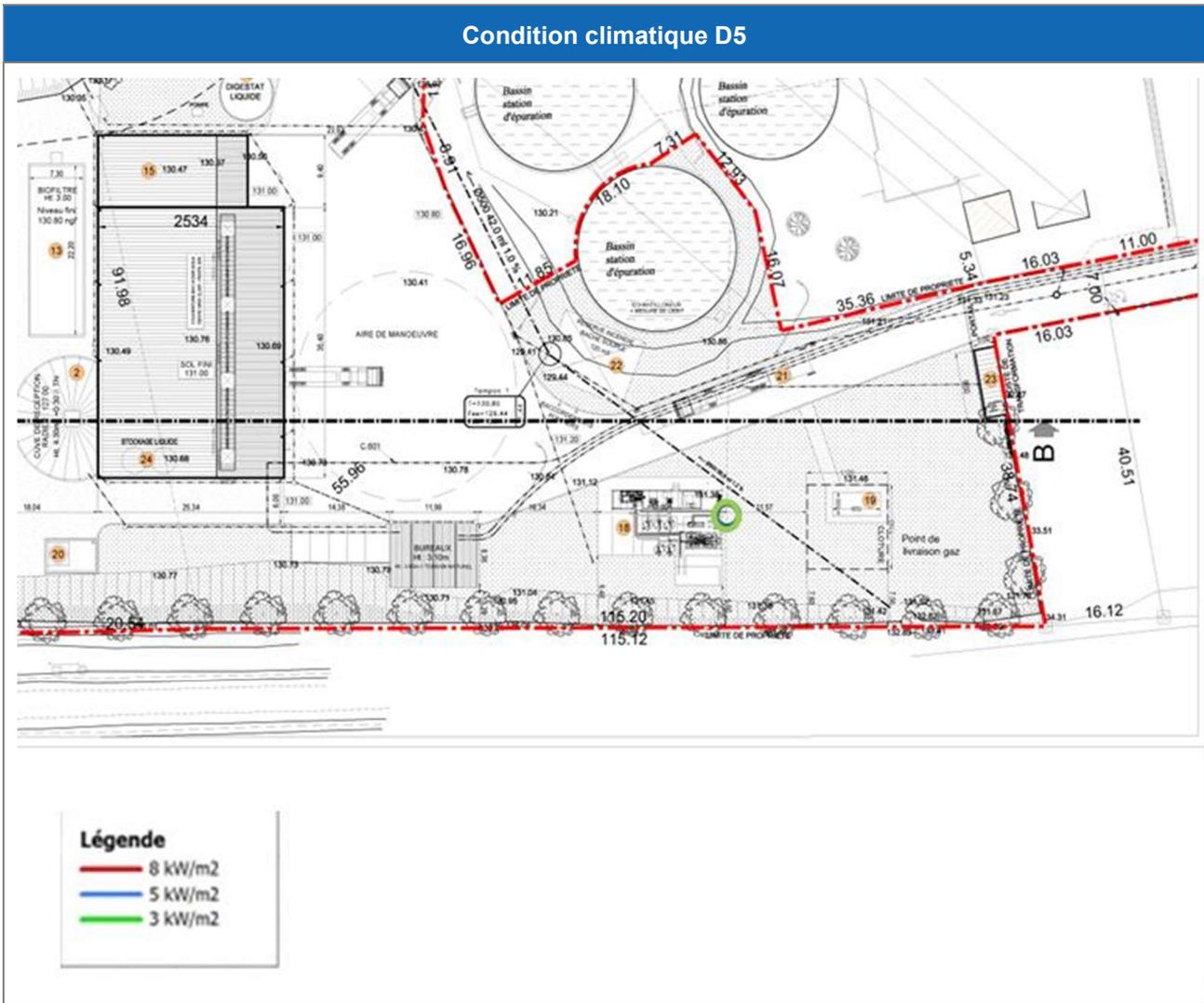
Les distances d'effets thermiques restent également identiques. Ces distances sont précisées dans le tableau suivant.

Tableau 24 : Effets de thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33

Distance	Effets thermiques à partir du centre du nuage		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition climatique F3	10,3	10,3	11,3
Condition climatique D5	3,2	3,2	3,5

Figure 21: Effets thermiques de l'UVCE/Feu de torche d'une canalisation de biométhane – PhD n°33





Le changement de localisation n'induit pas d'effet léthal hors site ni d'effet domino externe. Toutefois, les effets thermiques de l'UVCE / Feu de torche d'une canalisation de biométhane induisent des effets dominos internes sur le caisson épuration/compression. Ce phénomène d'effet domino interne est étudié au paragraphe 5.4.

5.6 PhD n°23 : UVCE d'un nuage de biogaz suite à la rupture totale de la membrane du post-digesteur

5.6.1 Projet de 2015

Le phénomène dangereux étudié est la rupture totale de la membrane du post-digesteur.

Afin de limiter les effets de ce phénomène dangereux, la société BIODEAC a :

- déplacé les post-digesteurs afin de les éloigner des limites de propriété du site,
- mis en place 2 vannes de coupure redondantes sur la canalisation reliant le digesteur aux post-digesteurs. Ces deux équipements importants pour la sécurité permettront d'éviter que le biogaz contenu dans le digesteur soit émis en cas de rupture totale de la double membrane. Ainsi, dans le cadre de cette étude, seul le volume de biogaz contenu dans un post digesteur sera pris en compte soit 1 000 m³.

Les caractéristiques du gaz prises en compte sont les suivantes :

- Biogaz constitué dans une approche majorante de 70% de méthane et de 30% de CO₂ ;
- Limites d'inflammabilité dans l'air : 6,8 à 25,9% (en volume pour cent dans l'air) ;
- Masse molaire du biogaz 24,6 g/mol ;
- Température minimale d'inflammation : 700°C ;
- Enthalpie de combustion : 21MJ/kg ;
- Densité par rapport à l'air : 0,9. Plus léger que l'air, il n'y a donc pas d'accumulation de produit au sol sous forme de nappe de gaz ou de vapeur.

Les caractéristiques du post digesteur prises en compte sont les suivantes :

- Hauteur de la paroi du post-digesteur : 5 m ;
- Diamètre du post digesteur : 22 m ;
- Pression d'exploitation : 8 mbar ;
- Volume de biogaz : 1 000 m³ soit 700 m³ de méthane ;
- Température : 40°C.

Les hypothèses retenues pour la simulation d'explosion du nuage de biogaz formé suite à une rupture totale de la membrane d'un post-digesteur sont les suivantes :

- Rupture totale de la membrane du post digesteur ;
- Indice Multi-Énergie : un indice 4 est retenu ;
- Quantité de méthane dans le gazomètre : 3,45 kg ;
- Conditions climatiques retenues :
 - F3 (Classe de stabilité : F avec une vitesse de vent de 3 m/s) ;
 - D5 (Classe de stabilité : D avec une vitesse de vent de 5 m/s) ;
- Masse du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 2,0 kg ;
 - Selon la condition climatique D5 : 1,9 kg ;

- Dimension du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 8,0 m de long sur 2,3 m de large ;
 - Selon la condition climatique D5 : 5,2 m de long sur 2,6 m de large ;
- Centre d'allumage du nuage : correspond au centre du nuage explosible.

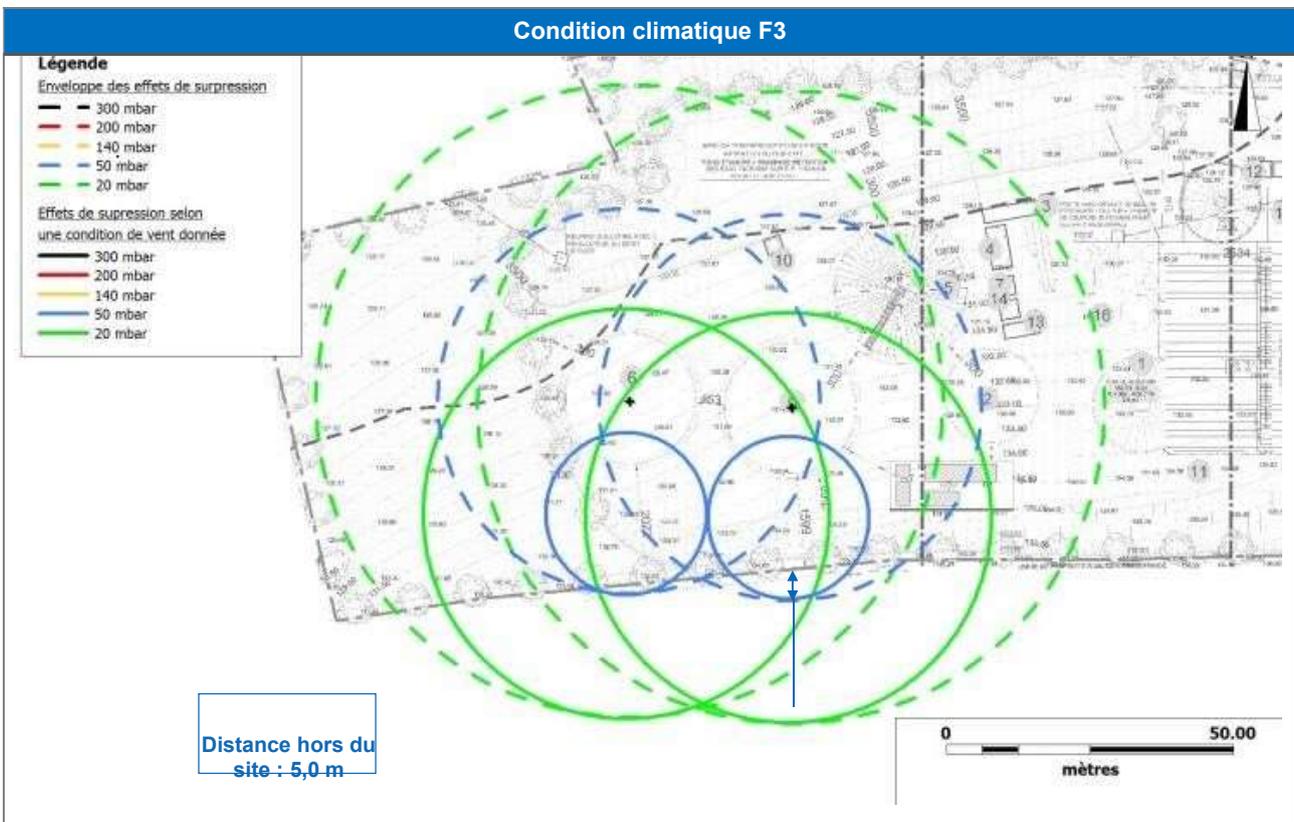
Les distances d'effets ont été calculées avec le logiciel EFFECTS développé par le TNO.

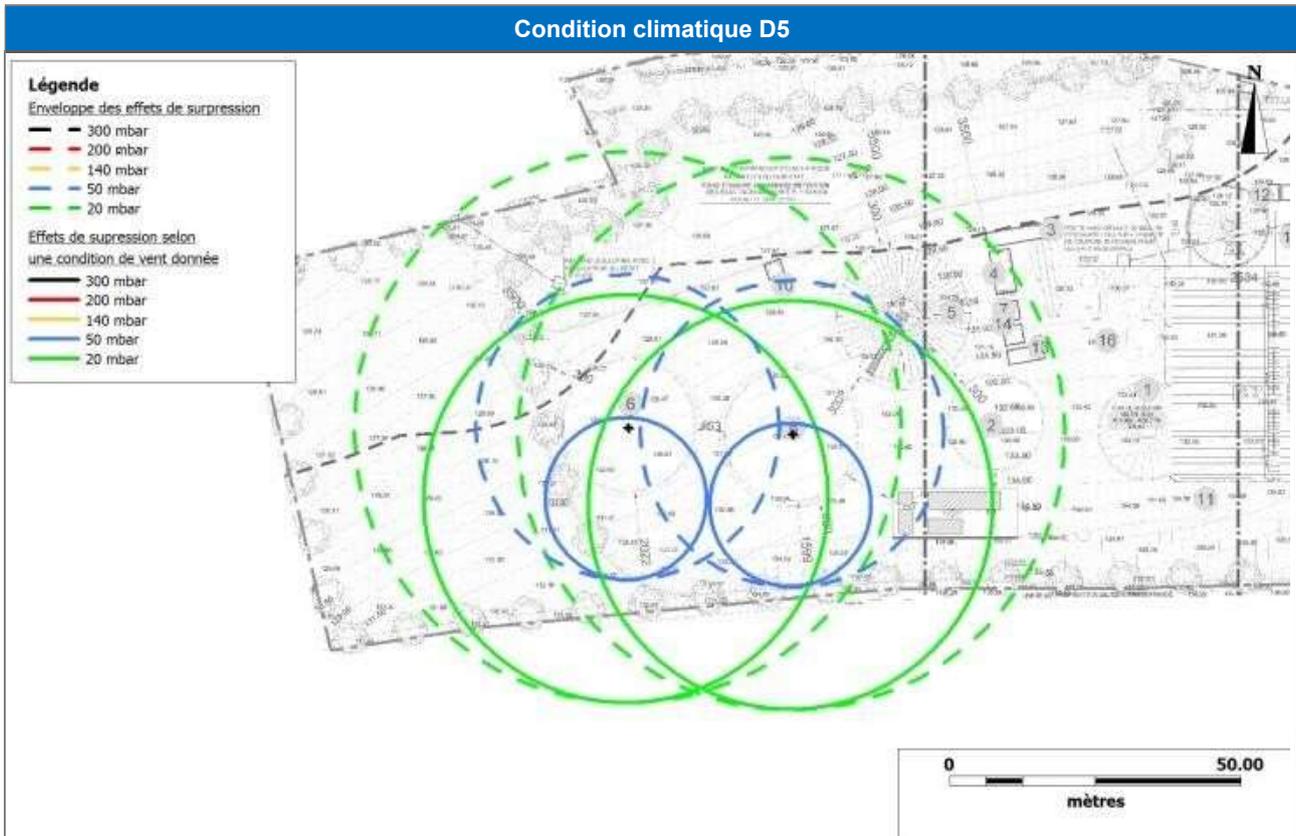
Le tableau ci-après présente les distances d'effets de surpression générées suite à une rupture totale de la membrane du gazomètre.

Tableau 25 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur

Distance	Effets de surpression à partir du centre du nuage				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	13,8 m	34,7 m
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	13,6 m	34,1 m

Figure 22 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur





* Les effets selon une condition de vent donnée ont été présentés pour la condition de vent la plus défavorable en terme d'effets (vent de nord dans le cadre de la présente étude), condition de vent non prédominante sur la zone d'étude.

Seuls les effets de surpression de 20 mbar et 50 mbar sortent des limites de propriété.
Les effets de surpression à 50 mbar sont ressentis jusqu'à une distance de 5 m (sous la condition F3).

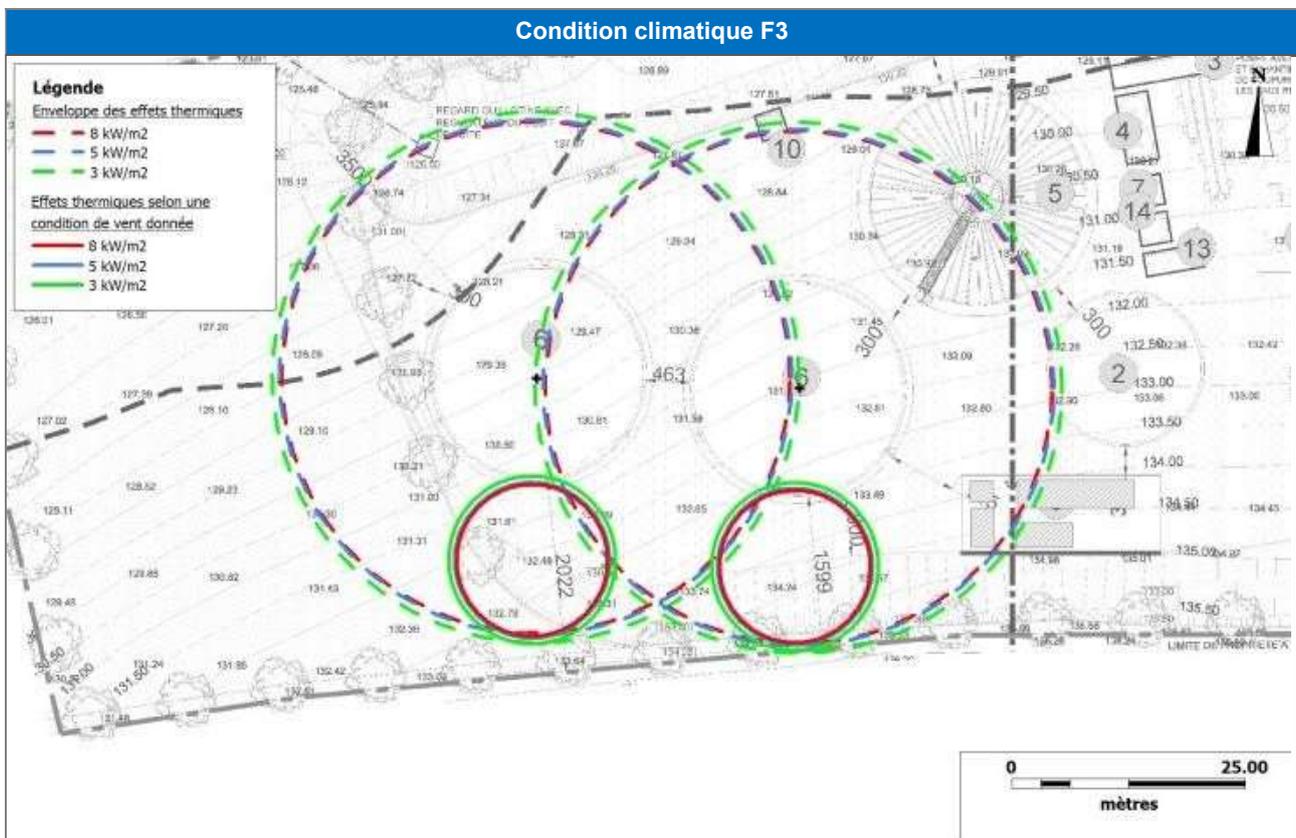
Les distances d'effets thermiques ont ensuite été calculées à partir de la distance à la LIE qui correspond à la plus grande dimension du nuage explosible. Les distances à la LIE calculées avec EFFECTS sont :

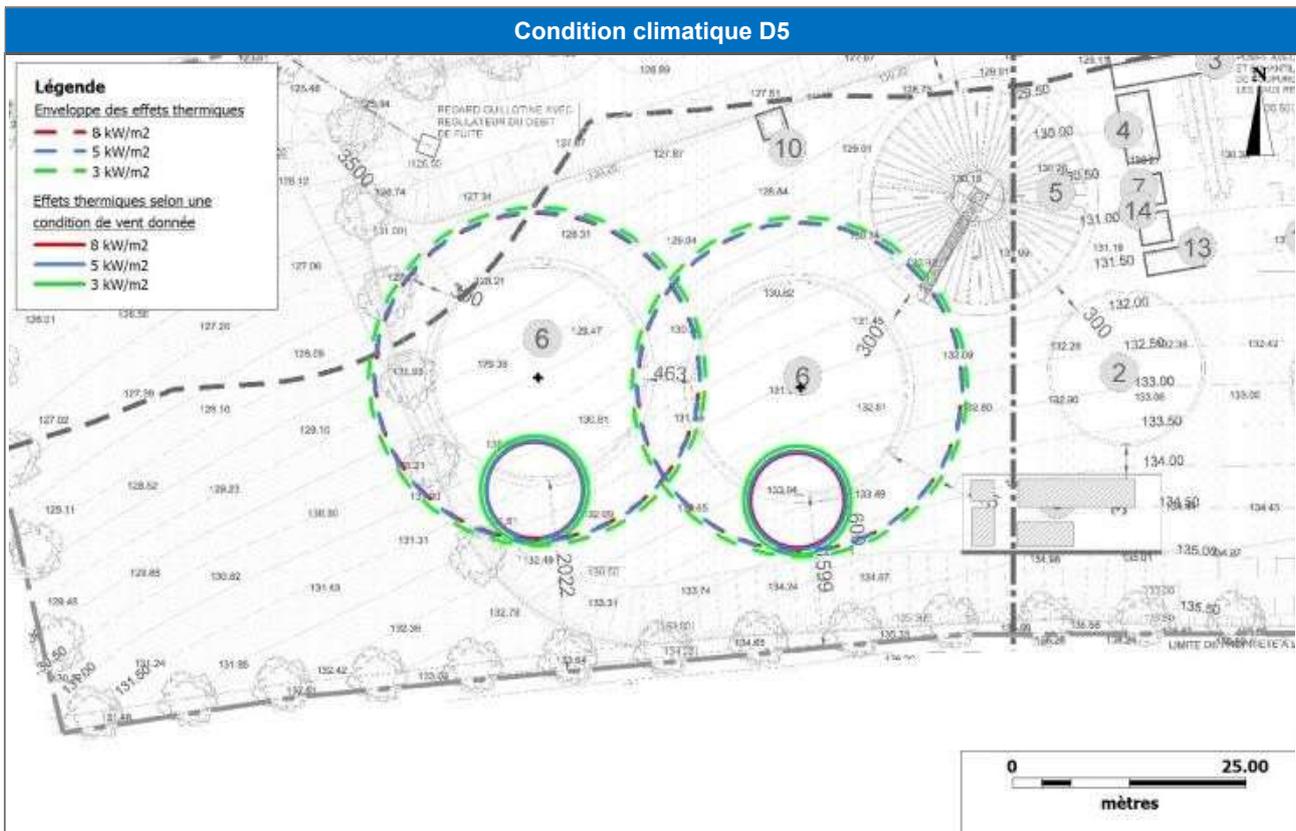
- sous la condition F3 : 8,0 m ;
- sous la condition D5 : 5,2 m.

Tableau 26 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur

Distance	Effets thermiques à partir du centre du nuage		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition climatique F3	8,0	8,0	8,8
Condition climatique D5	5,2	5,2	5,7

Figure 23 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur





*Les effets selon une condition de vent donnée ont été présentés pour la condition de vent la plus défavorable en terme d'effets (vent de Nord dans le cadre de la présente étude), condition de vent non prédominante sur la zone d'étude.

Aucun effet thermique ne sort des limites de propriété du site.

5.6.2 Projet actuel

La SAS BIODEAC souhaite supprimer l'un des 2 post-digesteurs et changer la capacité du post-digester restant : passage de 1 500 m³ à 3 000 m³. De plus, le ciel gazeux du post-digester est modifié par rapport au projet initial puisqu'il passe de 1 000 m³ à 2 000 m³.

Ainsi, par rapport au projet initial, les caractéristiques du post-digester sont modifiées de la manière suivante :

- Hauteur du post-digester : 12 m dont 6 m de paroi et le reste pour le ciel gazeux ;
- Diamètre du post digesteur : 26 m ;
- Pression d'exploitation : 8 mbar ;
- Volume de biogaz : 2 000 m³ soit 1 400 m³ de méthane ;
- Température : entre 10 et 40 °C.

Les caractéristiques du gaz prises en compte restent inchangées et sont les suivantes :

- Biogaz constitué dans une approche majorante de 70% de méthane et de 30% de CO₂ ;

- Limites d'inflammabilité dans l'air : 6,8 à 25,9% (en volume pour cent dans l'air) ;
- Masse molaire du biogaz 24,6 g/mol ;
- Température minimale d'inflammation : 700°C ;
- Enthalpie de combustion : 21MJ/kg ;
- Densité par rapport à l'air : 0,9. Plus léger que l'air, il n'y a donc pas d'accumulation de produit au sol sous forme de nappe de gaz ou de vapeur.

Les hypothèses retenues pour la simulation d'explosion du nuage de biogaz formé suite à une rupture totale de la membrane d'un post-digesteur sont les suivantes :

- Rupture totale de la membrane du post digesteur ;
- Indice Multi-Énergie : un indice 4 est retenu ;
- Quantité de méthane dans le gazomètre : 6,901 kg ;
- Conditions climatiques retenues :
 - F3 (Classe de stabilité : F avec une vitesse de vent de 3 m/s) ;
 - D5 (Classe de stabilité : D avec une vitesse de vent de 5 m/s) ;
- Masse du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 3,82 kg ;
 - Selon la condition climatique D5 : 4,25 kg ;
- Dimension du nuage explosible (calculé avec EFFECTS) :
 - Selon la condition climatique F3 : 10,5 m de long sur 2,8 m de large ;
 - Selon la condition climatique D5 : 6,5 m de long sur 3,3 m de large ;
- Centre d'allumage du nuage : correspond au centre du nuage explosible.

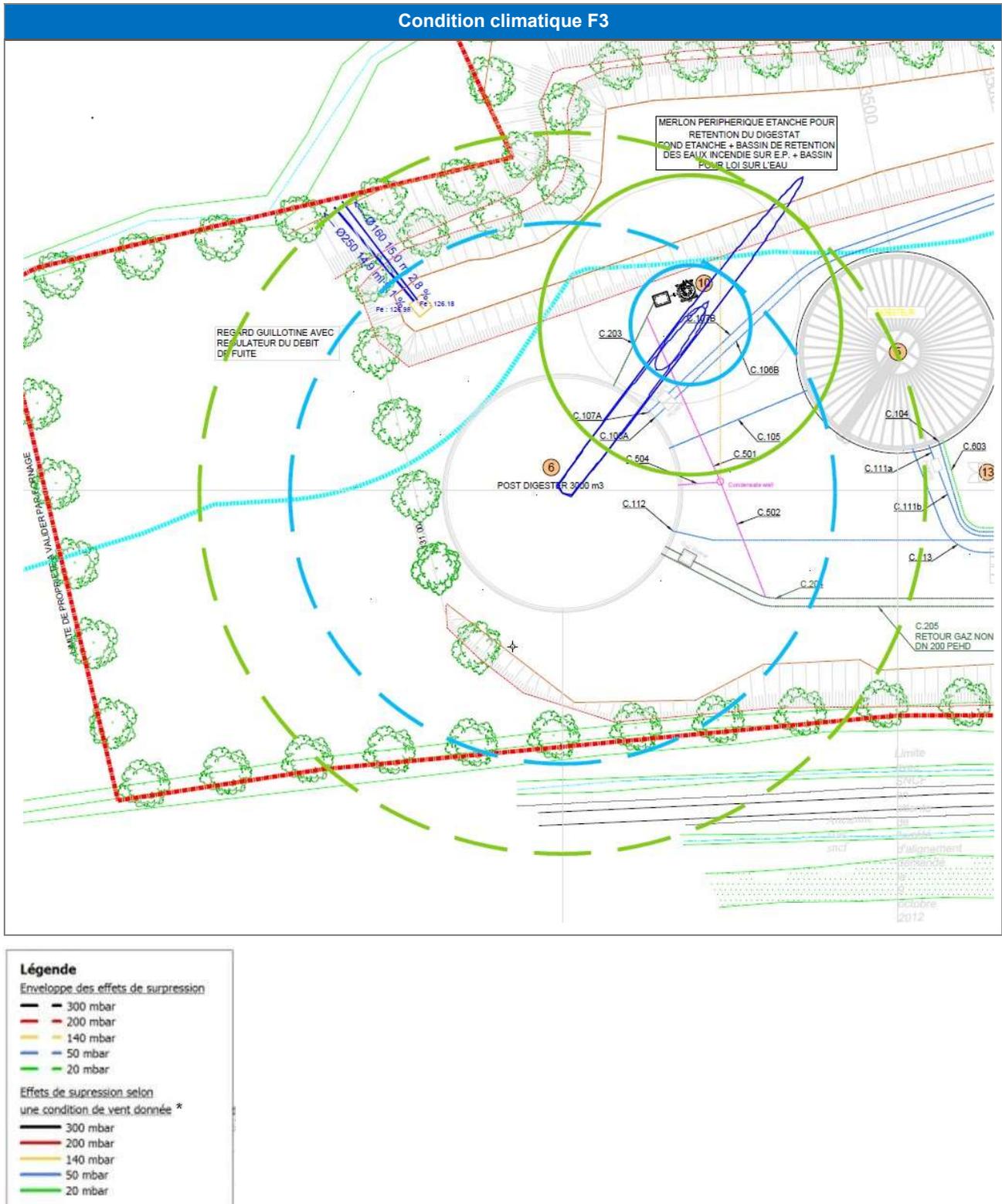
Les distances d'effets ont été calculées avec le logiciel EFFECTS développé par le TNO.

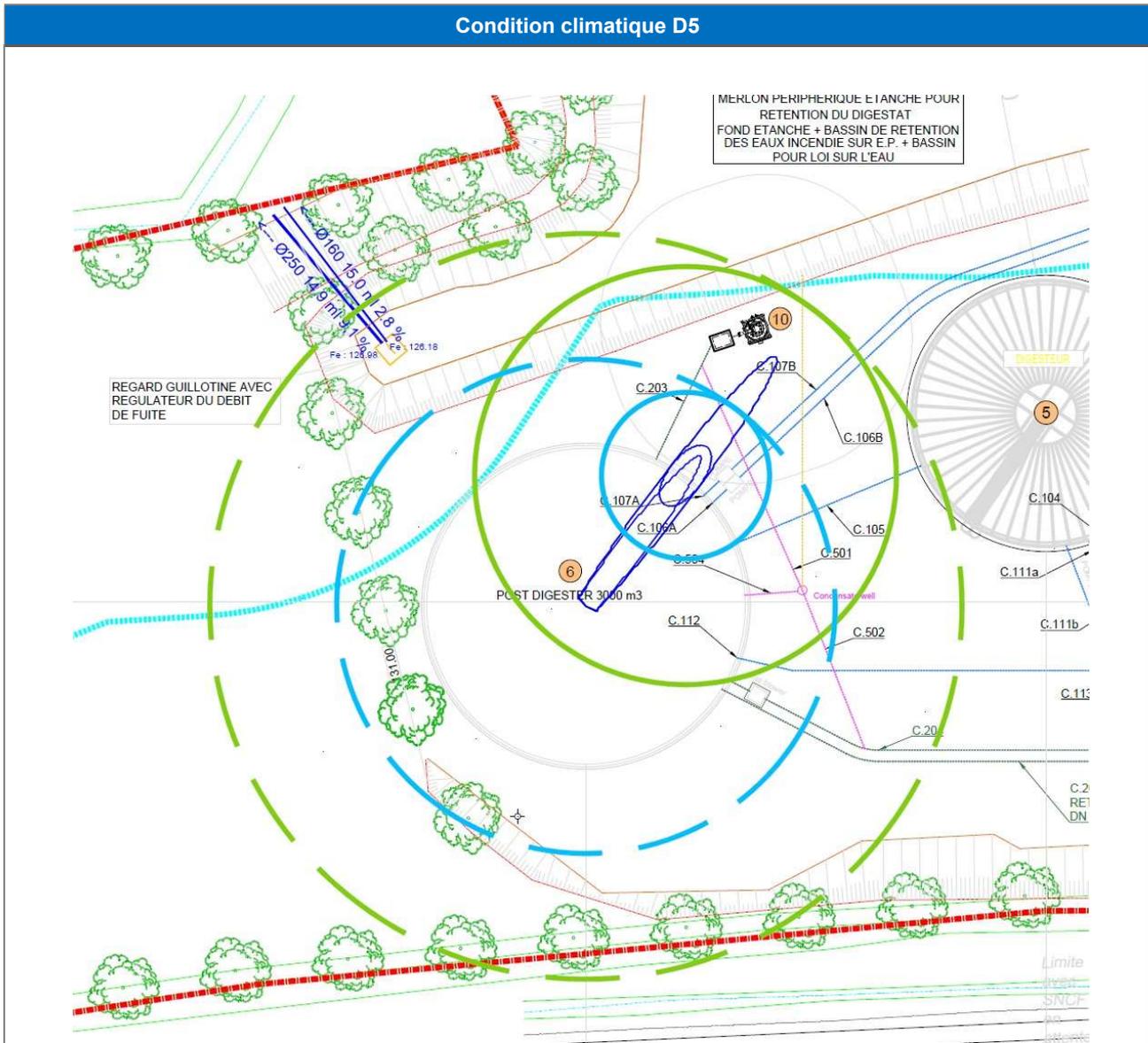
Le tableau ci-après présente les distances d'effets de surpression générées suite à une rupture totale de la membrane du gazomètre.

Tableau 27: Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur – Nouvelle configuration

Distance	Effets de surpression à partir du centre du nuage				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	33 m	44 m
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	22 m	33 m

Figure 24 : Effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur





* Les effets selon une condition de vent donnée ont été présentés pour la condition de vent la plus défavorable en terme d'effets (vent de nord dans le cadre de la présente étude), condition de vent non prédominante sur la zone d'étude.

Les effets de surpression de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digester ne provoquent pas la sortie des effets létaux ni d'effet domino sur les autres installations du site BIODEAC (seuil des 200 mbar non atteint).

En revanche, les effets de surpression de 20 mbar et 50 mbar sortent des limites du site.

Les effets de surpression à 50 mbar sont ressentis jusqu'à une distance de 2,5 m (sous la condition F3).

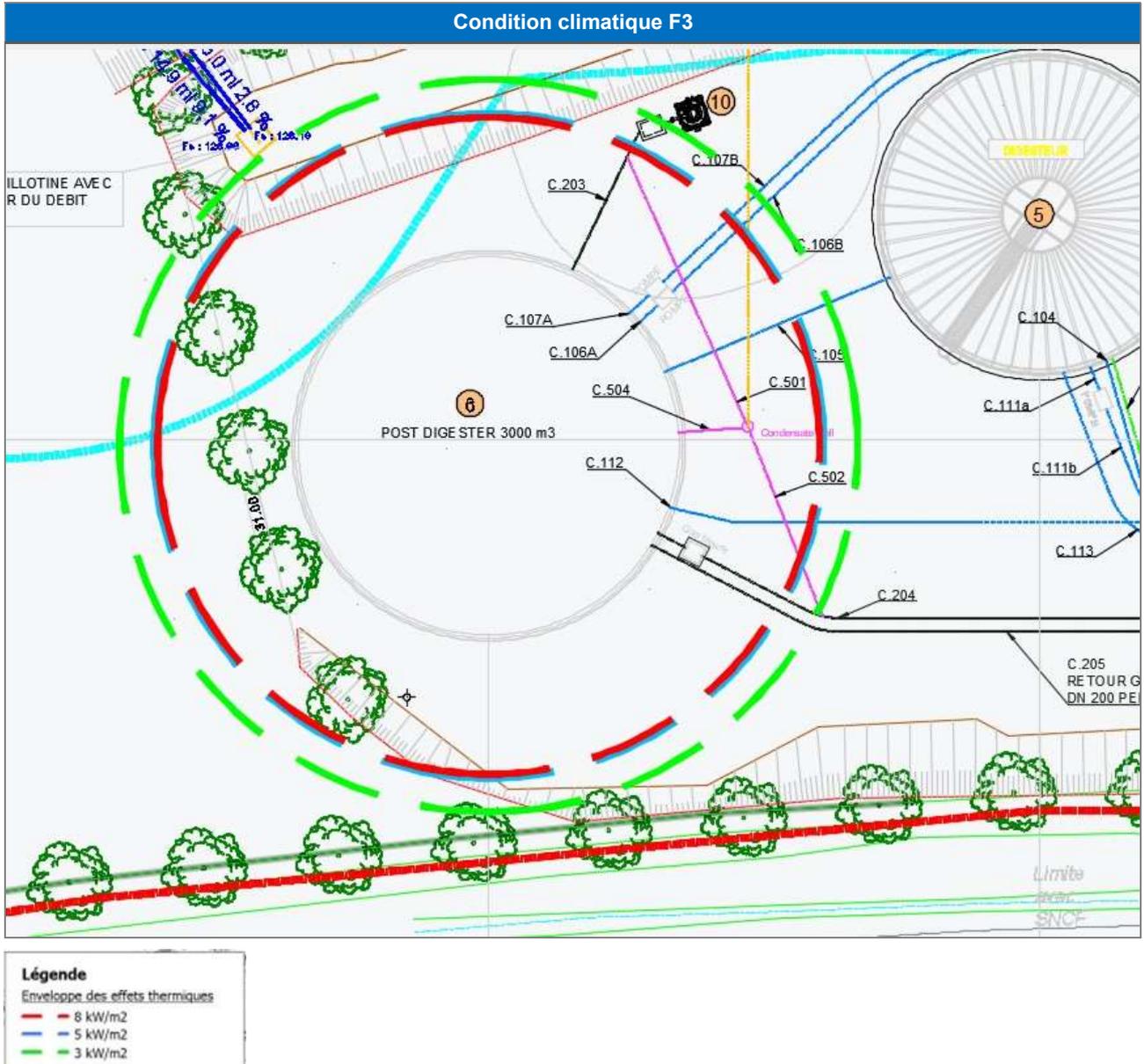
Les distances d'effets thermiques ont ensuite été calculées à partir de la distance à la LIE qui correspond à la plus grande dimension du nuage explosible. Les distances à la LIE calculées avec EFFECTS sont :

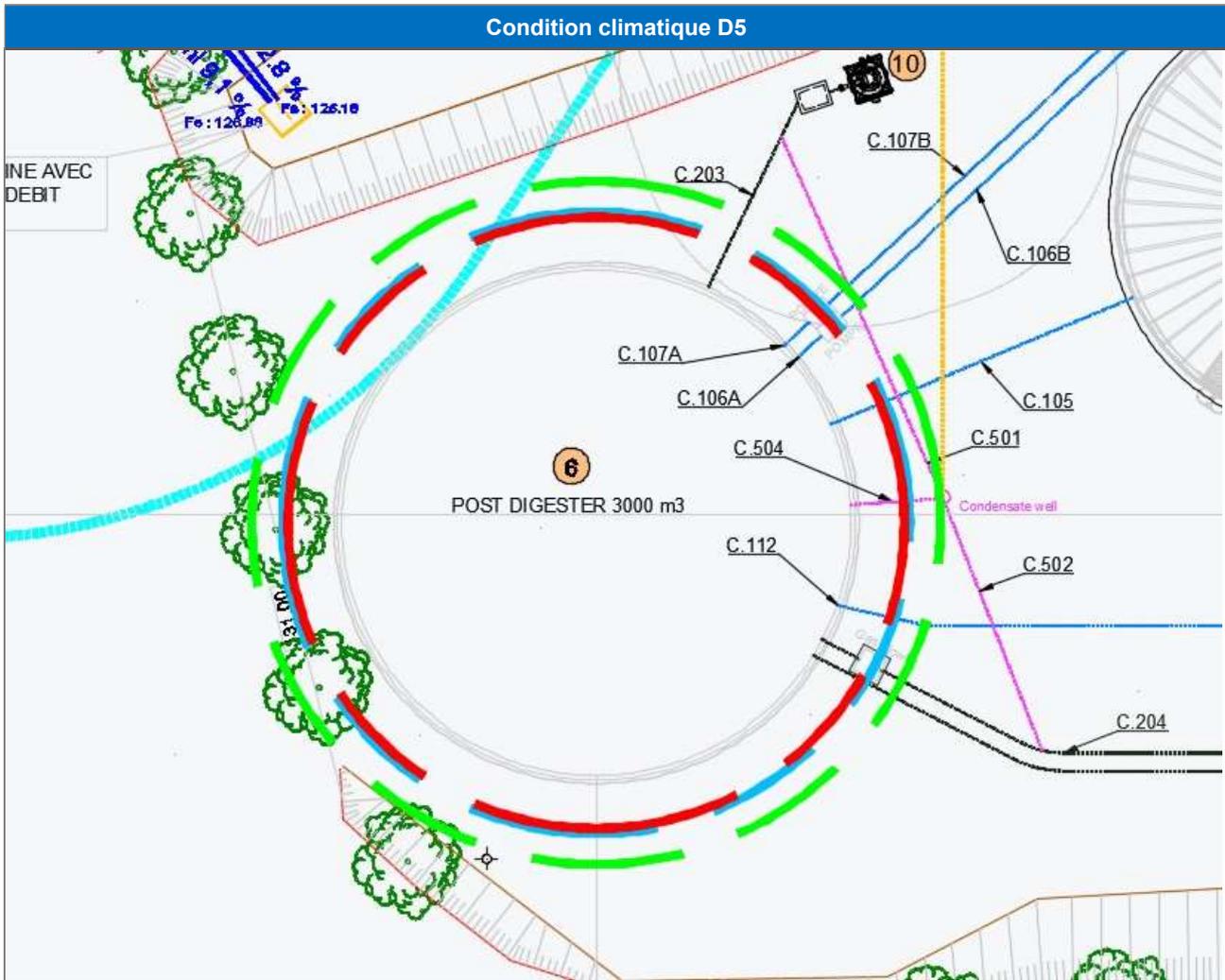
- sous la condition F3 : 10,5 m ;
- sous la condition D5 : 17,3 m.

Tableau 28 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digesteur – Nouvelle configuration

Distance	Effets thermiques à partir du centre du nuage		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition climatique F3	25	25	27.5
Condition climatique D5	17,3	17,3	19

Figure 25 : Effets thermiques de l'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digester





* Les effets selon une condition de vent donnée ont été présentés pour la condition de vent la plus défavorable en terme d'effets (vent de Nord dans le cadre de la présente étude), condition de vent non prédominante sur la zone d'étude.

L'UVCE d'un nuage de biogaz suite à une rupture totale de la membrane du post-digester ne provoquera pas d'effets thermiques irréversibles en dehors des limites de propriété du site. Aucun effet domino n'est attendu.

5.7 PhD n° 60 : Dispersion d'un nuage de biogaz suite à la rupture d'une canalisation de biogaz

La teneur en H₂S du biogaz dans le ciel gazeux (60 ppm pour le digesteur et 40 ppm pour le post-digesteur) reste en deçà des seuils des effets toxiques SEI (150 ppm / 100 ppm), SEL (688 ppm / 472 ppm) et SELS (769 ppm / 526 ppm) pour une durée d'exposition de 10 minutes ou de 30 minutes. Les modélisations réalisées sous EFFECTS le confirment :

Tableau 29 : Tableau des distances maximum des seuils d'effets toxiques à hauteur d'homme pour une durée d'exposition de 30 minutes

Condition de vent	Distance aux SEI eq	Distance aux SEL eq	Distance aux SELS eq
Condition D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint
Condition F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint

5.8 Dangers liés au remplacement de la chaudière mixte

Les risques liés aux installations de combustion sont liés à la présence de gaz (biogaz), et concernent à la fois la distribution et l'utilisation du gaz.

Le risque d'incendie ou d'explosion de gaz est réel lorsque l'on a simultanément en présence :

- du gaz ;
- de l'air ou un comburant ;
- une source d'énergie.

En 2015, le phénomène dangereux associé à la chaudière mixte était : Explosion côté gaz – PhD n°37.

Conformément à la circulaire du 4 mai 2007 relative au porter à connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées (Annexe I – chapitre II – a) champ d'application), l'intensité des effets des phénomènes dangereux issus des installations soumises à Déclaration ou Non Classées dans les établissements soumis à autorisation sans servitude est calculée ou estimée en vue de déterminer exclusivement les conséquences sur la ou les installations soumises à autorisation (effets dominos sur les potentiels de dangers et/ou effets sur les dispositifs de sécurité associés). Ainsi, le PhD n°37 n'avait pas fait l'objet d'une simulation.

Dans le cadre du projet actuel, la société BIODEAC souhaite remplacer la chaudière mixte initialement prévue par une chaudière gaz naturel. De plus, la localisation sur le site est légèrement modifiée.

Le classement ICPE des installations de combustion sous la rubrique ICPE n°2910 est modifié : classement sous la rubrique 2910-A Déclaration au lieu de 2910-B Enregistrement. Les phénomènes dangereux associés à la nouvelle chaudière ne sont pas modélisés. De plus, il est à noter que cette chaudière n'est pas localisée dans le périmètre des effets dominos des phénomènes dangereux actualisés dans les paragraphes précédents.

5.9 Synthèse des résultats

Le tableau suivant synthétise les résultats des modélisations réalisées sur les phénomènes dangereux identifiés comme potentiellement majeurs, en prenant en compte les modifications envisagées par la SAS BIODEAC sur le site.

Tableau 30 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes étudiés suite aux modifications envisagées par la SAS BIODEAC sur le site

PhD n°	Installation	PhD	Effets	Effets sur les personnes – EDD 2015			Effets dominos– EDD 2015		Effets sur les personnes – EDD actuelle			Effets dominos– EDD actuelle	
				Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles	Internes	Externes	Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles	Internes	Externes
15	Digesteur	Explosion	Surpression	Non atteint	Non atteint	20,2 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	20,2 m	NON	NON
21	Post-digesteur	Explosion	Surpression	Non atteint	Non atteint	Non atteint	NON	NON	Non atteint	Non atteint	Non atteint	NON	NON
55	Caisson épuration / compression	Explosion	Surpression	Non atteint	Non atteint	16,7 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	16,7 m	NON	NON
33	Canalisation de biométhane	UVCE/Feu de torche suite à une rupture guillotine	Surpression Condition F3	Non atteint	Non atteint	6,5 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	6,5 m	NON	NON
			Surpression Condition D5	Non atteint	Non atteint	3,7 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	3,7 m	NON	NON
			Thermique Condition F3	10,3 m	10,3 m	11,3 m	OUI	NON	10,3	10,3	11,3	OUI	NON
			Thermique Condition D5	3,2 m	3,2 m	3,5 m	OUI	NON	3,2	3,2	3,5	OUI	NON
23	Post-digesteur	UVCE suite à la rupture totale de la membrane	Surpression Condition F3	Non atteint	Non atteint	13,8 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	33 m	NON	NON
			Surpression Condition D5	Non atteint	Non atteint	13,6 m	NON	NON	Non atteint	Non atteint	22 m	NON	NON

► Mise à jour de l'étude de dangers dans le cadre des modifications apportées au site
5. Evaluation des distances d'effets

PhD n°	Installation	PhD	Effets	Effets sur les personnes – EDD 2015			Effets dominos– EDD 2015		Effets sur les personnes – EDD actuelle			Effets dominos– EDD actuelle	
				Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles	Internes	Externes	Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles	Internes	Externes
			Thermique Condition F3	8 m	8 m	8,8 m	OUI	NON	25 m	25 m	27,5 m	OUI	NON
			Thermique Condition D5	5,2 m	5,2 m	5,7 m	NON	NON	17,3 m	17,3 m	19 m	NON	NON
60	Canalisation de biométhane	Dispersion de biogaz	Toxique Conditions D5/F3	Non modélisé			/	/	Non atteint	Non atteint	Non atteint	NON	NON

Il est à noter que l'ensemble des distances d'effets du projet modifié ne créent pas d'effets domino à l'extérieur du site.

5.10 Etude des potentialités d'effets dominos

Comme indiqué précédemment, les modifications envisagées par la SAS BIODEAC n'induisent aucun effet domino externe.

Seul un effet domino interne est recensé. Cet effet domino ainsi que les moyens de prévention envisagés par la SAS BIODEAC sont précisés dans le tableau ci-après.

Tableau 31 : Moyens de prévention envisagés par la SAS BIODEAC pour limiter les effets domino internes au site

Installations agressées	Origine et type d'agression	Moyens préventifs envisagés par la SAS BIODEAC
Caisson épuration/compression	L'agression est un flux thermique de 8 kW/m ² sur le caisson épuration en cas de feu torche suite à un UVCE sur la canalisation de biométhane en sortie du caisson compresseur. Cette agression pourrait entraîner des dommages matériels sur ce caisson. Ce caisson ne présente pas de risque particulier en raison de la faible pression existante à l'intérieur ; ainsi, il n'y a pas de risque de sur-accident.	Des dispositions seront mises en place pour intervenir rapidement en cas d'accident pour limiter le risque d'effet domino. De plus, l'alimentation en gaz du système de compression sera coupée grâce à des vannes de fermeture asservie à un capteur de pression dans la canalisation.

5.11 Analyse détaillée des risques

L'Analyse détaillée des Risques est réalisée suivant la méthode dite du nœud papillon définie en particulier dans le rapport INERIS - DRA -35 (Ω7) du 13/10/2006 - Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle dont nous reproduisons les extraits correspondants.

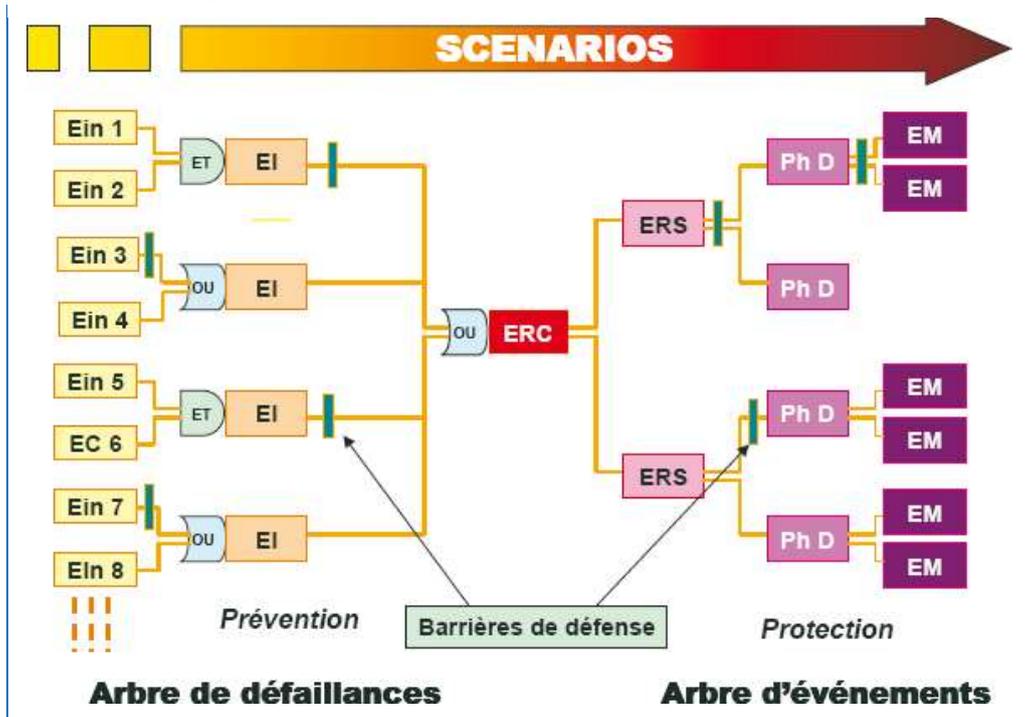
Le « Nœud Papillon » est une approche de type arborescente largement utilisée dans les pays européens qui possèdent une approche probabiliste de la gestion des risques. Le Nœud Papillon est utilisé dans différents secteurs industriels.

Cet outil met clairement en valeur l'action des barrières de sécurité s'opposant à ces scénarii d'accidents et permet d'apporter une démonstration renforcée de la maîtrise des risques. En revanche, il s'agit d'un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps. Son utilisation doit donc être décidée pour des cas justifiant effectivement un tel niveau de détail.

En règle générale, un Nœud Papillon est construit à la suite d'une première analyse des risques menée à l'aide de méthodes plus simples comme l'APR ou l'HAZOP par exemple.

La Figure ci-après en donne une représentation schématique.

Figure 26 : Modèle d'analyse des risques en « Nœud Papillon »



Dans le schéma, un scénario accidentel est représenté par un cheminement depuis une ou plusieurs causes initiatrices (les Ein – Evènements initiateurs) conduisant à un ou plusieurs EI (évènements indésirables), puis à un ERC (Evènement redouté central– Souvent une perte de confinement de substance dangereuse). L'ERC peut conduire à des PhD (phénomènes dangereux) dont certains peuvent être avoir des effets majeurs (EM) hors site.

Les barrières de défense, ou MMR (mesures de maîtrise des risques) sont recensées et un niveau de confiance leur est attribué.

5.11.1 Gravité des phénomènes dangereux

5.11.1.1 Grille de cotation de la gravité

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

Les 5 niveaux de gravité définis par cet arrêté pour les effets directs sur les personnes ont été intégrés dans une grille d'appréciation globale de la gravité des effets potentiels sur le voisinage, en fonction des distances d'effets.

L'arrêté du 29 septembre 2005 établit une échelle de gravité des conséquences humaines à l'extérieur des installations :

Tableau 32 : Echelle de gravité des phénomènes dangereux

Niveaux de gravité		Atteintes aux personnes en nombre de personnes exposées ⁶		
		Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles
5	Désastreux	> 10	Plus de 100	> 1 000 personnes
4	Catastrophique	< 10	Entre 10 et 100	Entre 100 et 1 000
3	Important	Au plus 1	Entre 1 et 10	Entre 10 et 100
2	Sérieux	Aucune	Au plus 1	< 10
1	Modéré	Pas de zone de létalité externe		< 1

Dans le cas où les trois critères de l'échelle (effets létaux significatifs, premiers effets létaux et effets irréversibles pour la santé humaine) ne conduisent pas à la même classe de gravité, c'est la classe la plus grave qui est retenue.

5.11.1.2 Méthode de comptage des personnes exposées

Afin de déterminer la gravité potentielle d'un accident dans les études de dangers des installations soumises à autorisation, et en particulier des établissements Seveso, il est nécessaire de pouvoir compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

La fiche 1 annexée à la circulaire du 10 mai 2010 constitue une proposition de méthode reconnue par l'inspection des installations classées pour la détermination de la gravité. Nous en faisons ci-après la synthèse pour les éléments susceptibles de concerner le site.

► Zones d'effets et identification des ensembles homogènes

Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, sont identifiés les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) caractérisés par leur surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou leur longueur (pour les voies de circulation).

⁶ Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

Remarque : il est évité de compter plusieurs fois une personne selon qu'elle se trouve, par exemple, sur son lieu de travail ou dans son logement. Pour chaque accident envisagé, elle est alors comptée uniquement dans la zone où elle est soumise à l'intensité la plus élevée.

› Zones d'activités

Pour les industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public : il est pris en compte le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), sans compter leurs routes d'accès.

› Voies de circulation

Seules sont prises en compte les voies de circulation empruntées par un nombre significatif de personnes non déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations (en tant qu'habitation, commerce, etc.) situées dans la même zone d'effets, les temps de séjours en zone exposée étant généralement très supérieurs aux temps de trajets. Il en est de même des commerces de proximité, écoles, mairies... majoritairement fréquentées par des personnes habitant la zone considérée.

Il est pris en compte 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour. Exemple : 847 véhicules/j sur la longueur du site soit 300 m = $0,4 * 0,3 * 847/100 = 1,01$ personnes en permanence au droit du site.

› Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : il est compté 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...) : il est compté 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradins)...) : il est compté la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Dans les cas de figure précédents, le nombre de personnes exposées est en tout état de cause au moins égal à 1, sauf démonstration de l'impossibilité d'accès ou de l'interdiction d'accès.

› Sous-traitants

Les sous-traitants intervenant dans l'établissement (ou installation) et pour le compte de l'exploitant réalisant l'étude de dangers ne sont pas à considérer comme des tiers au sens du code de l'environnement. Ils ne correspondent à aucun des intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement. Il n'en va évidemment pas de même pour les installations et équipements que ces entreprises peuvent posséder hors des limites de l'établissement (cf. ci-dessous).

› Entreprises voisines

Un cas particulier peut être considéré pour la détermination de la gravité d'un accident potentiel, vis-à-vis des personnes travaillant dans les entreprises voisines.

On peut parfois considérer que certaines de ces personnes sont, du fait de leur niveau d'information et de leur proximité industrielle avec le site à l'origine du risque, moins vulnérables que la population au sens général et donc moins exposées (au sens de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation).

Les personnes travaillant dans l'entreprise Y peuvent ne pas être comptées comme exposées au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 si et seulement si un certain nombre de conditions sont remplies par rapport à l'entreprise voisine X.

5.11.1.3 Caractérisation des PhD par leur gravité

Le niveau de gravité est précisé dans le tableau ci-après suivant chacun des 6 scenarii modélisés dont les effets sont susceptibles de sortir des limites de propriété du site.

Tableau 33 : Détermination de la gravité de chacun des scenarii majeurs

Scenario concerné	Seuils	Cibles atteintes	Nombre de personnes exposées par cible	Nombre total de personnes exposées par seuil d'effet (valeur arrondie à l'unité supérieure)	Niveau de gravité des conséquences
Scenario 55 (explosion du caisson épuration / compression)	SELS	Aucune	0	Pas de zone de létalité externe	Modéré
	SEL	Aucune	0	Pas de zone de létalité externe	Modéré
	SEI	Chemin d'accès au site	0	<1	Modéré
Scenario 23 (UVCE d'un nuage de biogaz suite à la rupture totale de la membrane du post-digesteur)	SELS	Aucune	0	Pas de zone de létalité externe	Modéré
	SEL	Aucune	0	Pas de zone de létalité externe	Modéré
	SEI	Aucune	0	<1	Modéré

5.11.2 Probabilité d'occurrence P

L'article 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation prévoit que : *l'évaluation de la probabilité s'appuie sur une méthode dont la pertinence est démontrée. Cette méthode utilise des éléments qualifiés ou quantifiés tenant compte de la spécificité de l'installation considérée. Elle peut s'appuyer sur la fréquence des événements initiateurs spécifiques ou génériques et sur les niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques agissant en prévention ou en limitation des effets.*

Il est retenu une approche probabiliste de type semi-quantifiée, qui est similaire à celui d'une approche quantifiée, mais au lieu de conclure à données de fréquences ou de probabilités précises ce sont des ordres de grandeurs indicatifs qui sont estimés (des niveaux, des classes de probabilité).

Pour réduire la fréquence d'occurrence des phénomènes dangereux à forte gravité, il est nécessaire de mettre en œuvre des MMR. La réduction de ces fréquences sera d'autant plus importante que la probabilité de fonctionnement de la MMR sera importante.

Les MMR ont un rôle différent selon qu'elles interviennent en prévention ou en atténuation :

- en prévention, c'est-à-dire si la MMR est positionnée en amont de l'ERC, elle permet de réduire la fréquence d'occurrence de l'ERC ; si la barrière fonctionne, on obtient la nouvelle fréquence d'occurrence de l'ERC, en multipliant la fréquence d'occurrence de l'ERC sans MMR par la probabilité de défaillance de la MMR ;

- en atténuation, c'est-à-dire en aval de l'ERC, elle permet de réduire directement la fréquence d'occurrence du phénomène dangereux.

Les installations étudiées sont d'un type relativement classique, et l'inventaire des dangers et événements initiateurs, montre que des mesures de prévention des dangers sont mises en œuvre systématiquement ; elles correspondent aux bonnes pratiques et aux obligations réglementaires.

Cette situation rend cohérent le choix qui est fait d'une approche semi-quantitative. L'évaluation des classes de fréquence des phénomènes dangereux, est réalisée à partir de classes de fréquence fournies par les bases de données pour les événements critiques, indésirables, ou redoutés centraux (Ein, EI ou ERC).

Malgré l'approche par classes de fréquences, il est nécessaire de passer par des combinaisons, des enchaînements d'événements qui nécessitent un chiffrage. Si nécessaire, pour apprécier la fréquence d'occurrence de certains événements initiateurs ou indésirables ou centraux, nous avons utilisé les valeurs attribuées aux centres des classes de fréquence (voir tableau 24).

Les 5 niveaux, ou classes de probabilité sont désignés par des lettres de A (le plus probable) à E (le moins probable). A chaque lettre correspond un intervalle quantifié en nombre d'occurrence par an pour le phénomène dangereux (PhD) considéré.

Figure 27 : Tableau récapitulatif de la probabilité d'occurrence P

Classe de probabilité / Type d'appréciation	E	D	C	B	A
qualitative ¹ (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants) ²	« événement possible mais extrêmement peu probable » : <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations..</i>	« événement très improbable » : <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« événement improbable » : <i>un événement similaire déjà rencontré dans le 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.</i>	« événement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« événement courant » : <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.</i>
semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté				
Quantitative (par unité et par an)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

5.12 Méthode d'évaluation de la probabilité du PhD

La démarche retenue est d'utiliser le support d'arborescences causes/conséquences (principes exposés plus haut) de la façon suivante :

- définition de l'ERC étudié,
- identification des fonctions de sécurité (MMR) prévues pour y faire face ou des paramètres qui peuvent influencer le déroulement du scénario à partir de l'ERC,

- construction de l'arbre en cohérence avec les probabilités génériques d'occurrence des Ein, EI, ou ERC, et en tenant compte des particularités du site,
- attribution des niveaux de confiance aux MMR ;
- calcul des probabilités d'occurrence des phénomènes dangereux.

Ainsi, par exemple :

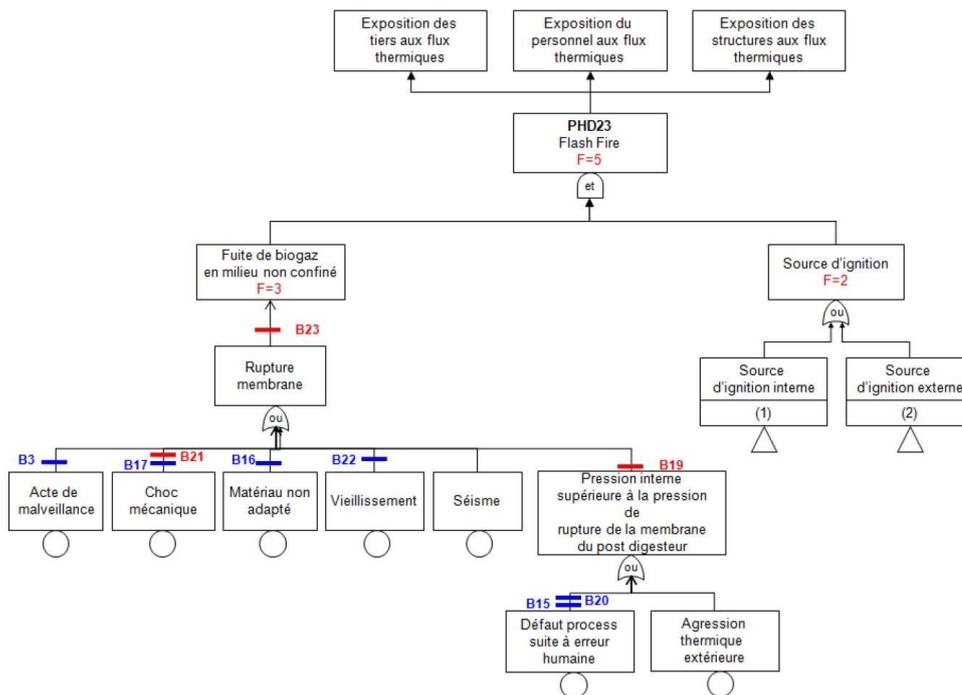
- si on considère un évènement dont la fréquence d'occurrence est de 3^{E-03} par an,
- que l'on met en place une MMR complémentaire de niveau de confiance 1 (c'est-à-dire dont la probabilité de défaillance est de 10^{E-01} - une défaillance pour 10 sollicitations), dont la fonction est d'empêcher l'apparition de cet évènement,
- la fréquence d'apparition de cet évènement est alors réduite à :

$$3^{E-03} \text{ nombre d'occurrence par an} * 1^{E-01} = 3^{E-04} \text{ nombre d'occurrence par an.}$$

5.12.1 Caractérisation du PhD par sa fréquence d'occurrence

Figure 28 : Nœud-papillon – PhD 23

Arbre PhD23 : Flash fire Post Digesteur



Avec :

Tableau 34 : Justification de la probabilité du PhD 23

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source	
		Humaine	Technique							
			Passive	Active						
Source d'ignition	Foudre		B1 : mise en place d'une protection foudre	-	3	1	4	D		
	Agression thermique	B2 : moyens de lutte contre l'incendie : cuve de 120 m ³ dédiée aux pompiers + 2 poteaux incendie à 200 m	-	-	2	1	3	C	LOPA	
	Acte de malveillance		B3 : présence d'une clôture	-	NE	NE	NE	NE	Circulaire du 10/05/2010	
	Cigarette	B9 : interdiction de fumer sur tout le site	/	/	1	1	2	B	LOPA/ARAM IS	
	Travail par point chaud	B6 : permis feu sur tout le site			2	1	3	C	LOPA/ARAM IS	
	Défaut matériel électrique	B7 : contrôle périodique des installations	B8 : conception des installations conformes à NF C 15-100			2	2	4	D	LOPA/ARAM IS
	Moteur thermique (chariot et/ou PL)	B4 : utilisation uniquement hors zone ATEX du chariot élévateur				2	2	4	D	LOPA/ARAM IS

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source
		Humaine	Technique						
			Passive	Active					
		B5 : voie de circulation PL hors zone							
	Propagation flamme	B10 : ensemble des espaces verts entretenus	B11 : absence d'espaces verts autour des cuves		2	2	4	D	LOPA
	Décharge électrique statique		B12 : ensemble des installations		2	1	3	C	LOPA/ARAM IS
Pression interne supérieure à la pression de rupture de la membrane	Défaut de process suite à erreur humaine	B15 : Formation de l'opérateur au poste de travail			1	2	3	C	LOPA/ARAM IS
	Agression thermique extérieure	B20 : présence de deux personnes sur le site			3	/	3		LOPA/ARAM IS
Rupture de la membrane	Acte de malveillance	B3 : présence d'une clôture			NE	NE	NE	NE	Circulaire du 10/05/2010
	Choc mécanique	B17 : accès personnel limité	B21 : membrane implantée à 5 mètres de hauteur		1	2	3	C	LOPA/ARAM IS
	Matériau non adapté		B16 : matériaux adaptés par conception		1	1	2	B	LOPA/ARAM IS
	Vieillessement	B22 : plan de maintenance préventive			1	1	2	B	LOPA/ARAM IS

► Mise à jour de l'étude de dangers dans le cadre des modifications apportées au site
5. Evaluation des distances d'effets

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source
		Humaine	Technique						
			Passive	Active					
	Séisme / foudre				NE	NE	NE	NE	idem
	Pression interne supérieure à la pression de rupture de la membrane		B19 : présence de 4 soupapes sur la partie biogaz (chaque soupape peut évacuer le débit maximum produit par l'installation)		3	2	5		LOPA/ARAM IS
Fuite de biogaz en milieu non confiné	Rupture membrane		B23 : présence de 2 membranes		2	1	3	C	LOPA/ARAM IS

Figure 29 : Nœud-papillon – PhD 55

Arbre PhD55: Explosion interne Conteneur compresseur/epuration

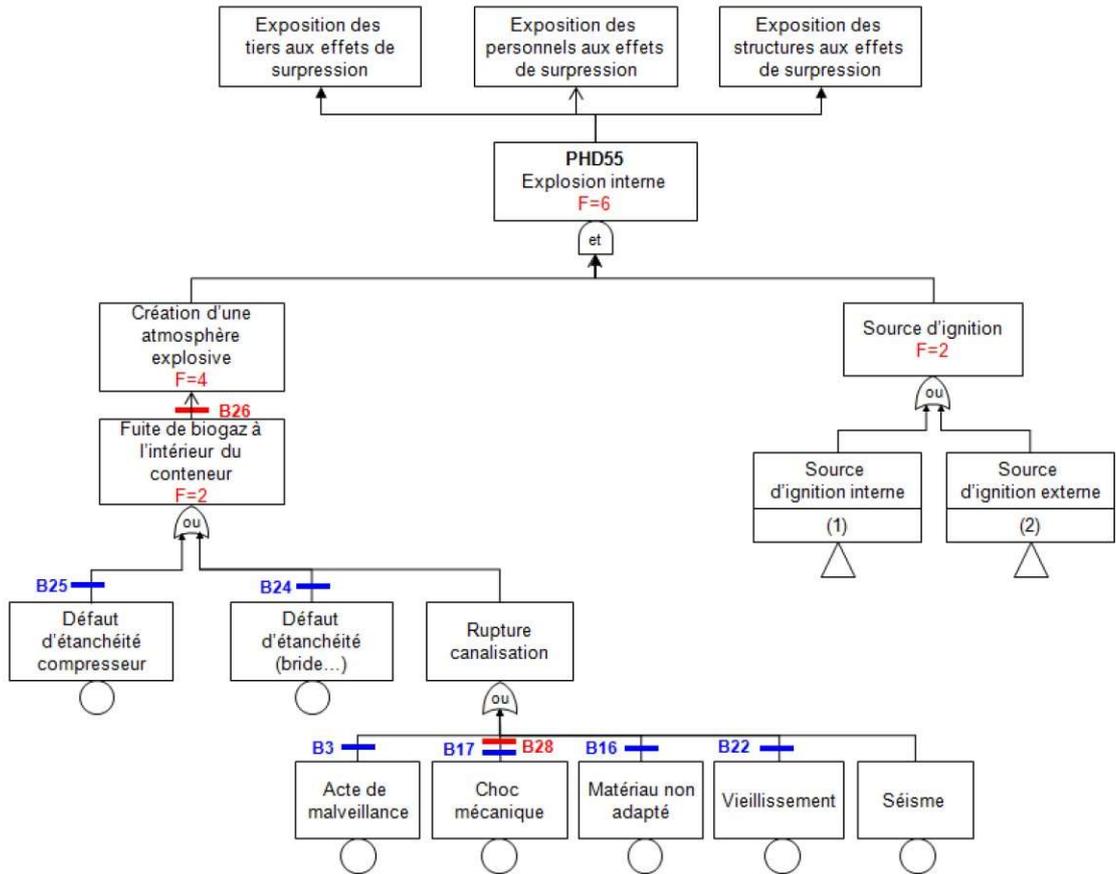


Tableau 35 : Justification de la probabilité du Phd 55

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source
		Humaine	Technique						
			Passive	Active					
Source d'ignition	Foudre		B1 : mise en place d'une protection foudre		3	1	4	D	
	Agression thermique	B2 : moyens de lutte contre l'incendie : cuve de 120 m ³ dédiée aux pompiers + 2 poteaux incendie à 200 m	-		2	1	3	C	LOPA
	Acte de malveillance		B3 : présence d'une clôture	-	NE	NE	NE	NE	Circulaire du 10/05/2010
	Cigarette	B9 : interdiction de fumer sur tout le site	/	/	1	1	2	B	LOPA/ARAM IS
	Travail par point chaud	B6 : permis feu sur tout le site			2	1	3	C	LOPA/ARAM IS
	Défaut matériel électrique	B7 : contrôle périodique des installations	B8 : conception des installations conformes à NF C 15-100		2	2	4	D	LOPA/ARAM IS
	Moteur thermique (chariot et/ou PL)	B4 : utilisation uniquement hors zone ATEX du chariot élévateur			2	2	4	D	LOPA/ARAM IS

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source
		Humaine	Technique						
			Passive	Active					
		B5 : voie de circulation PL hors zone							
	Propagation flamme	B10 : ensemble des espaces verts entretenus	B11 : absence d'espaces verts autour des cuves		2	2	4	D	LOPA
	Décharge électrique statique		B12 : ensemble des installations		2	1	3	C	LOPA/ARAM IS
Rupture de la canalisation	Séisme / foudre				NE	NE	NE	NE	Circulaire du 10/05/2010
	Acte de malveillance	B3 : présence d'une clôture B17 : accès personnel limité	B27 : canalisation enterrée		3	2	5	E	LOPA/ARAM IS
	Matériau non adapté		B16 : matériaux adaptés par conception		4	1	5	E	LOPA/ARAM IS
	Vieillessement	B22 : plan de maintenance préventive			3	1	4	D	LOPA/ARAM IS
Fuite de biogaz ou de biométhane à l'intérieur du conteneur	Défaut d'étanchéité (bride)	B24 : installation soumise à inspection périodique			4	1	5	E	LOPA/ARAM IS

► Mise à jour de l'étude de dangers dans le cadre des modifications apportées au site
5. Evaluation des distances d'effets

Evénement intermédiaire	Evénement élémentaire	Barrière			Indice de fréquence de l'événement élémentaire	Niveau de confiance barrière	Indice de fréquence avec barrière	Classe de probabilité	Source
		Humaine	Technique						
			Passive	Active					
	Défaut d'étanchéité compresseur	B25 : maintenance des installations réalisée par la société Air Liquide propriétaire de l'équipement	B26 : présence d'une détection avec asservissement vannes de coupure et arrêt des installations de compression		1	3	4	D	LOPA/ARAM IS

5.12.2 Cinétique C

Conformément à ce même arrêté, les cinétiques d'apparition C1 et d'atteinte C2 des scénarii sont ensuite décrites dans cette étude de dangers. Ce point permet de vérifier que les mesures de maîtrise des risques employées par l'exploitant sont efficaces et en adéquation avec la cinétique des événements à maîtriser,

- cinétique d'apparition C1 (vitesse d'apparition du phénomène dangereux),
 - lente : cinétique permettant d'intervenir après le début de la cause du phénomène dangereux, afin de supprimer l'accident - l'accident se manifeste un certain temps après le début de sa cause (exemple : formation d'une atmosphère explosible en cas de fuite) ;
 - rapide : l'accident se manifeste immédiatement, il n'est pas possible d'intervenir entre le début de la cause et l'accident (exemple : problème électrique suite à un impact de foudre) ;
- cinétique d'atteinte C2 des intérêts visés à l'article L511-1 du Code de l'Environnement (personnes, biens, environnement),
 - lente : cinétique permettant la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence, pour protéger les personnes exposées avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux ;
 - rapide : cinétique ne permettant pas la mise en œuvre de ces mesures avant que les personnes ne soient atteintes par les effets.

La cinétique ne fait pas l'objet d'une cotation spécifique. Elle est un élément important à prendre en compte dans la définition des scénarii d'accidents majeurs.

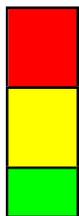
Ici, l'ensemble des scénarii présente une cinétique rapide.

5.12.3 Grille de criticité

Chaque potentiel de danger et phénomène dangereux associé est replacé dans une grille de criticité.

Figure 30 : Grille de criticité résiduelle

		Probabilité P				
		E : extrêmement peu probable	D : très improbable	C : improbable	B : probable	A : courant
Gravité G	5 : Désastreux					
	4 : Catastrophique					
	3 : Important					
	2 : Sérieux					
	1 : Modéré	23, 55				



Zone dans laquelle le risque est qualifié d'inacceptable et devra faire l'objet de mesures compensatoires

Zone dans laquelle le risque est toléré si la réduction des risques est impossible ou si les coûts seraient disproportionnés par rapport à l'amélioration obtenue

Zone dans laquelle le risque est acceptable

6. Mesures de prévention, de protection et d'intervention

La SAS BIODEAC mettra en œuvre toutes les techniques et moyens nécessaires pour diminuer au maximum le nombre d'incidents sur son site.

Les mesures de prévention, de protection et d'intervention décrites dans l'étude de dangers de 2015 restent valables et seront mises en œuvre. Celles-ci sont rappelées dans le présent paragraphe.

6.1 Mesures générales de prévention et de protection

6.1.1 Mesures de prévention

Les mesures de prévention prévues sur le site de méthanisation BIODEAC sont les suivantes :

► Consignes de sécurité générales internes

- Interdiction de fumer sur l'ensemble du site ;
- Interdiction de rejeter des produits chimiques ou polluants au milieu naturel ;
- Interdiction des stockages en limites de propriété ;
- Consignes d'exploitation et d'intervention ;
- Consignes de sécurité à l'égard des entreprises intervenantes ;
- Protocole de sécurité pour les entreprises de livraison et d'expédition ;
- Permis de travail ;
- Permis de feu lors de travaux par points chauds ;
- Plan de prévention.

► Formations du personnel

- Formation incendie avec manipulation des extincteurs et exercice sur feux réels pour l'ensemble des salariés ;
- Formation au risque chimique ;
- Habilitation électrique pour le personnel affecté à la maintenance ;
- Formation au poste ;
- Tout nouvel embauché sera informé des règles applicables en terme de sécurité, qualité, hygiène et environnement dans l'entreprise.

► Inspections internes / Entretien et maintenance

- Vérification, en interne, du bon fonctionnement des machines et de leurs sécurités (arrêt d'urgence...), par le service maintenance ;
- Inspections régulières des installations par l'ensemble du personnel :
 - Risques particuliers : électriques, chaufferie, cuves de stockage... ;
 - Moyens de protection : vérification du bon état des extincteurs, des bacs de rétention, des systèmes d'alerte...
- Nettoyage régulier du site.

► Vérifications réglementaires

- Surveillance du matériel électrique : vérification annuelle des installations électriques par un organisme agréé ;

- Vérification annuelle ou semestrielle des engins de levage et de manutention par un organisme agréé ;
- Vérification annuelle des appareils à pression par un organisme agréé ;
- Extincteurs contrôlés annuellement par une société spécialisée.

› **Risque d'atmosphères explosives ATEX**

- Zonage et contrôle de l'adéquation du matériel installé en zones ATEX.

› **Procédures**

- Procédure de nettoyage ;
- Procédure en cas de déversement accidentel ;
- Procédure d'alerte ;
- Procédure pour être informé en cas de coupures électriques ;
- Procédure incendie ;
- Procédure fuite de gaz.

› **Détection**

- Détection automatique d'incendie avec report d'alarme.

6.1.2 Mesures de protection

Les mesures de protection prévues sur le site de méthanisation sont les suivantes :

› **Consignes sur le site**

- Consignes de situation d'urgence indiquant la conduite à tenir en cas de fuite de gaz ;
- Consignes générales en cas d'incendie ;
- Consignes particulières relatives à l'alerte et à l'évacuation (plan d'évacuation) ;

› **Circulation**

- Code de la route applicable au sein de l'établissement ;
- Balisage des zones dangereuses ;
- Plan de circulation : la vitesse sur les voies d'accès à l'usine et dans les parkings sera réglementée et limitée à 20 km/h, et la priorité sera donnée aux piétons et aux engins de manutention ;
- L'accès des véhicules de livraison et d'expédition sera limité aux besoins stricts du chargement et du déchargement.

› **Risque de manutention**

Pour limiter ce risque et les conséquences sur l'environnement (risque d'épandage), les mesures suivantes seront prises :

- utilisation de tenues de travail appropriées (chaussures de sécurité, gants, ...) ;
- utilisation d'appareils de manutention par du personnel qualifié, et recyclé périodiquement, le système de levage est adapté aux charges à manipuler ;
- entretien des voies de circulation ;
- formation du personnel au poste de travail.

› Risque foudre

- Dispositifs de protection contre la foudre définis et dimensionnés par une ARF – analyse du risque foudre et une ERF – Etude du Risque Foudre, mis à jour en 2019 ;
- Mise à la terre.

› Moyens d'Intervention

- Plan d'intervention d'urgence avec positionnement des équipements de sécurité d'urgence (vanne coupure gaz, extincteurs,...) ;
- Plan d'évacuation ;
- Moyens d'alerte et de communication ;
- Moyens d'extinction ;
- Bassin de confinement des eaux d'extinction.

6.2 Mesures spécifiques de prévention et de protection

L'ensemble du procédé de méthanisation sera surveillé en permanence par un système numérique de contrôle commande.

Les paramètres surveillés seront : pression, température, niveaux, qualité du biogaz,.... Les alarmes qui peuvent être générées sur l'usine seront reportées sur ce système et gérées par le personnel d'exploitation.

De plus, un programme de maintenance préventive et de vérification périodique des équipements de sécurité sera élaboré avant la mise en service de l'installation.

6.2.1 Mesures intégrées à la conception

La conception des installations de l'unité de méthanisation de BIODEAC intégrera les mesures et dispositifs suivants :

- Eloignement par rapport aux zones d'habitations ;
- Site clôturé (grille anti-intrusion) et portail fermé à clé, accès réservé au personnel autorisé, surveillance vidéo ;
- Toiture / installations conçues pour résister à la grêle ;
- Dispositif permettant le suivi des paramètres météorologiques afin de prévenir les risques ;
- Locaux hors-gel ;
- Eloignement des installations à risques (digesteurs, stockage de biogaz, unité de compression) par rapport aux limites de propriété ;
- Respect des règles d'urbanisation (notamment par rapport à la servitude liée à la canalisation de gaz passant sur le site et à proximité) ;
- Protection contre les surtensions ;
- Alimentation électrique de secours ;
- Ventilation des locaux compression/épuration et présence de détection incendie avec report d'alarme ;
- Nettoyage et décolmatage réguliers des canalisations de digestat ;
- Détecteurs H₂S (local de traitement du biogaz).

6.2.2 Mesures spécifiques aux cuves de stockage de produits chimiques

Les cuves de stockage de produits chimiques nécessaires au process de méthanisation présentent les caractéristiques suivantes :

- Double peau ;
- Dispositif de détection de fuite dans cette double peau avec report d'alarme sur le téléphone portable de l'exploitant et sur les écrans de supervision ;
- Dispositif de mesures de niveau haut avec report d'alarme ou contrôle visuel de niveau ;
- Matériau anti-corrosion ;
- Isolation électrique.

6.2.3 Mesures spécifiques aux colonnes d'hygiénisation

Les barrières de prévention ou de protection spécifiques à l'unité d'hygiénisation sont :

- Sondes de température ;
- Soupapes de sécurité doublées (18 mbar).

6.2.4 Mesures spécifiques aux digesteurs

Les barrières de prévention ou de protection spécifiques aux digesteurs sont :

- Soupapes doublées (18 mbar);
- Garde hydraulique (24 mbar) ;
- Agitateurs doublés ;
- Contrôle visuel de l'intérieur ;
- Nettoyage et décolmatage régulier ;
- Vannes de sectionnement ;
- Capteurs de pression avec report d'alarme ;
- Capteurs de niveau avec report d'alarme ;
- Matériaux anti-corrosion ;
- Capteurs de débit ;
- Détection incendie ;
- Trappe pour l'inertage à l'azote ou procédure en cas de détection de surpression à l'intérieur ;
- Mesure en continu des teneurs en : O₂, CO₂, CH₄, H₂S, CO et NH₃ ;
- Rétention ;
- Clapet anti-retour afin d'éviter une entrée d'air dans les éléments contenant du biogaz ;
- Toutes les vannes reliées aux canalisations de biomasse seront programmées pour être en position de sécurité par défaut. Cela permettra d'empêcher l'échappement d'une éventuelle production de biogaz par la biomasse. Ces vannes fonctionneront à l'air comprimé et se mettront automatiquement en position de sécurité, même en cas de coupure d'électricité (dans quel cas un générateur de secours se mettra en route).

La surpression interne dans les digesteurs sera gérée par quatre niveaux de sécurité :

- Tout d'abord, le système de contrôle généralisé du site permettra de prévenir automatiquement le personnel selon la procédure suivante :
 - Pression digesteur > Pression soupape de sécurité - 2 mbar : une alarme sera indiquée sur l'écran de la salle de contrôle

- Pression digesteur > Pression soupape de sécurité - 1 mbar : une alarme sera envoyée directement sur le téléphone du personnel
- Si jamais aucune action n'est menée à temps suite à l'émission de ces alarmes et la pression dans les digesteurs peut atteindre la pression d'ouverture de la soupape de sécurité (18 mbar rel), alors celle-ci s'ouvrira et évacuera la surpression ;
- Enfin, si la pression continue de monter, la garde hydraulique s'ouvrira à sa pression de fonctionnement (24 mbar). Le liquide sera alors évacué par la garde hydraulique. La garde hydraulique sera construite de manière à ce que la rétention d'eau soit à l'intérieur des digesteurs, où la température est de 39°C. Ainsi, même lorsque la température extérieure sera très faible, ce système fonctionnera.

6.2.5 Mesures spécifiques aux post-digesteurs

Les barrières de prévention ou de protection spécifiques aux post-digesteurs sont :

- Vanne de sécurité (12 mbar) pour une pression de fonctionnement de 8 mbar ;
- Capteurs de niveau avec report d'alarme ;
- Double-Membrane.

6.2.6 Mesures spécifiques aux canalisations de biogaz

Les canalisations de distribution de biogaz seront :

- Eloignées le plus possible des limites de propriété et autres installations et zones de circulation (si canalisations aériennes) ;
- Contrôlées et examinées périodiquement (changement si corrosion détectée) ;
- Equipées d'un dispositif permettant la détection d'une fuite de gaz ;
- Constituées par des raccords inox soudés.

6.2.7 Mesures spécifiques aux compresseurs de biogaz

Les compresseurs de biogaz seront équipés de :

- Vannes de sectionnement ;
- Capteurs de pression avec report d'alarme ;
- Capteurs de niveau avec report d'alarme ;
- Matériaux anti-corrosion.

6.2.8 Mesures spécifiques aux unités de combustion

Les barrières de prévention ou de protection spécifiques aux unités de combustions sont :

- Démarrage et arrêt par :
 - un système propre à la torchère en cas d'arrêt de la prise en charge par le poste d'injection notamment ;
 - un système automatique relié au système de supervision et autres organes de contrôle placés sur le système de sécurité notamment au contrôle de la capacité de stockage du biogaz dans les post-digesteurs ;
 - un système manuel en cas de dysfonctionnement du système automatique ;
- Vérification manière hebdomadaire afin de garantir sa disponibilité en permanence ;
- Dispositif arrête-flamme.

6.3 Moyens de secours et d'intervention

6.3.1 Dispositions techniques

Le site de l'unité de méthanisation de BIODEAC sera doté de plusieurs types de moyens d'alerte et d'intervention.

› Extincteurs

La lutte contre l'incendie sera assurée par des extincteurs portatifs adaptés aux classes de feu, répartis dans l'ensemble des locaux. Ils seront clairement signalés et placés dans des endroits facilement accessibles, conformément à la règle APSAD R4. Le réseau d'extincteurs se composera d'extincteurs à poudre, à eau pulvérisée, et au CO₂, extincteurs fixes, ou mobiles (sur roues).

Le nombre d'extincteur ainsi que le plan d'implantation de ces derniers sera établi par une société spécialisée. Ils seront ensuite contrôlés une fois par an par une société spécialisée.

Les extincteurs constituent, cependant, une source d'extinction limitée. Leur utilisation sera réservée à des feux localisés et modestes et aux départs de feux.

› Besoins en eau d'extinction

Les débits d'eau théoriques requis par les pompiers sont calculés à partir du document D9 – Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau – Edition 09.2001.0 (INESC – CNPP – FFSA).

Le dimensionnement des besoins en eau est basé sur l'extinction d'un feu limité à la surface maximale non recoupée et non à l'embrasement généralisé du site. Les besoins ainsi définis se cumulent aux besoins des protections internes aux bâtiments concernés (extinction automatique à eau, RIA...) lorsqu'ils sont pris sur la même source.

En accord avec la circulaire interministérielle du 10 décembre 1951, les secours doivent pouvoir trouver sur le lieu d'un sinistre moyen et en tout temps, une réserve d'au moins 120 m³ d'eau utilisables en 2 heures.

› Poteaux incendie (PI)

La commune de Loudéac dispose d'une borne incendie de 246 m/h et 4.2 bars à un peu plus de 200 m environ de l'entrée du site.

La localisation de ce poteau incendie apparaît sur **l'annexe**.

› Réserve en eau

En accord avec la circulaire interministérielle du 10 décembre 1951, les secours doivent pouvoir trouver sur le lieu d'un sinistre moyen et en tout temps, une réserve d'au moins 120 m³ d'eau utilisables en 2 heures.

Une réserve incendie de 120 m³ sera disponible sur le site pour subvenir au besoin en matière de protection incendie

Par ailleurs, les dispositifs présents à proximité du site sont les suivants :

- Un ruisseau existe sur la parcelle pouvant servir de réserve d'eau destinée à éteindre un incendie ;
- La commune de Loudéac dispose d'une borne incendie de 246 m/h et 4.2 bars à un peu plus de 200 m environ de l'entrée du site.

6.3.2 Organisation des secours

› Procédure d'alarme ou d'alerte

Des consignes préciseront la conduite à tenir en cas d'incendie, en cas de fuite de gaz et la procédure à suivre pour l'organisation des secours.

Les consignes comporteront notamment :

- les moyens d'alerte ;
- le numéro d'appel des sapeurs-pompiers ;
- les moyens d'extinction à utiliser.

Ces consignes seront affichées dans les zones fréquentées par le personnel.

Le personnel disposera en cas de départ de feu des moyens d'extinction autonomes (extincteurs). Il devra prévenir le responsable du site. Les pompiers seront appelés au 18.

En cas d'accident ou d'incendie nécessitant l'évacuation des locaux, le personnel sera mis en sécurité. Le personnel devra évacuer les lieux, rejoindre le point de rassemblement et attendre les consignes. Une personne sera ensuite chargée de comptabiliser les personnes présentes.

› Intervention du personnel

Des formations incendie seront régulièrement dispensées, sur le maniement des extincteurs et l'extinction sur feux réels. L'ensemble des salariés suivra la formation incendie.

› Intervention des pompiers

Lorsque le sinistre est d'importance et que les moyens internes s'avèrent insuffisants, les secours extérieurs pourront être appelés au 18. L'appel du 18 sera dirigé vers le centre de transmission d'alerte qui préviendra les sapeurs- pompiers de la caserne la plus proche.

Les pompiers seront informés des dangers liés aux différentes installations, notamment concernant les risques d'émanations toxiques liées au H₂S.

6.4 Surveillance – gardiennage

Le site sera entièrement clôturé et fermé à clé la nuit et les week-ends (grille anti-intrusion de 2 m de hauteur). L'accès au site sera réservé au personnel autorisé.

Le site sera doté d'un système de vidéo-surveillance (caméras positionnées aux points stratégiques).

La surveillance du procédé de méthanisation sera réalisée en permanence via l'automate qui reportera les alarmes vers les écrans de supervision en salle de commande (ou directement sur les téléphones portables) et seront gérées par le personnel d'exploitation. Les paramètres surveillés en continu sont : pression, température, niveaux, qualité du biogaz.

6.5 Bassin de rétention des eaux d'extinction

Les éléments à prendre en compte dans ce calcul, sont les suivants :

- Volume d'eau nécessaire pour les services extérieurs de lutte contre l'incendie (60 m³/h),
- Volume d'eau nécessaire aux moyens de lutte intérieure contre l'incendie (pas de sprinklage),
- Volume d'eau lié aux intempéries (358 m³ selon dossier Loi sur l'Eau),
- Volume des liquides inflammables et non inflammables présents dans la zone la plus défavorable (les cuves de liquides ont leur propre rétention : on ne les prend donc pas en compte)

Le volume de liquides à confiner pour 2 heures d'intervention est donc de 478 m³ dont 358 m³ liés aux intempéries.

Un bassin de rétention permettant d'accueillir ce volume minimum sera :

- réalisé par terrassement en pleine masse avec un talutage à 45° et étanché par bâche,
- clôturé et fermé par un portillon métallique à deux vantaux fermant à clé et permettant un accès aux véhicules des pompiers,
- et muni d'une échelle de sécurité (hommes et animaux) ainsi qu'une bouée.

L'ensemble des eaux pluviales collectées sur le site transiteront par ce bassin. Il servira également de bassin de rétention du digestat en cas de rupture de confinement, et de bassin de rétention des eaux d'extinction incendie.

Une vanne manuelle permettra de fermer en tout temps la jonction entre ce bassin et le point de rejet. Cette vanne sera ouverte régulièrement afin d'évacuer les eaux pluviales. A l'inverse, elle restera fermée en cas d'incident, afin de contenir les flux (digestat, eaux d'extinction...) le temps de leur pompage et de leur élimination.

CONCLUSION

La SAS BIODEAC souhaite effectuer des modifications à son installation en construction sur son site localisé sur la commune de Loudéac (22).

Les modifications envisagées sont les suivantes :

- Changement d'implantation de l'épurateur/compresseur du biogaz ;
- Changement d'implantation et remplacement de la chaudière mixte initialement prévue par une chaudières gaz naturel ;
- Changement de la capacité du digesteur : passage de 8 000 m³ à 9 500 m³, avec modification du ciel gazeux du digesteur à 1 000 m³ ;
- Suppression de l'un des 2 post-digesteurs et changement de la capacité du post-digesteur : passage de 2 500 m³ à 3 000 m³. De plus, le ciel gazeux du post-digesteur est modifié par rapport au projet initial puisqu'il passe à 2 000 m³ ;
- Ajout de 2 cuves béton aérienne couverte de 200 m³ et d'une cuve de 2500 m³ pour le stockage du digestat ;
- Suppression du stripping.

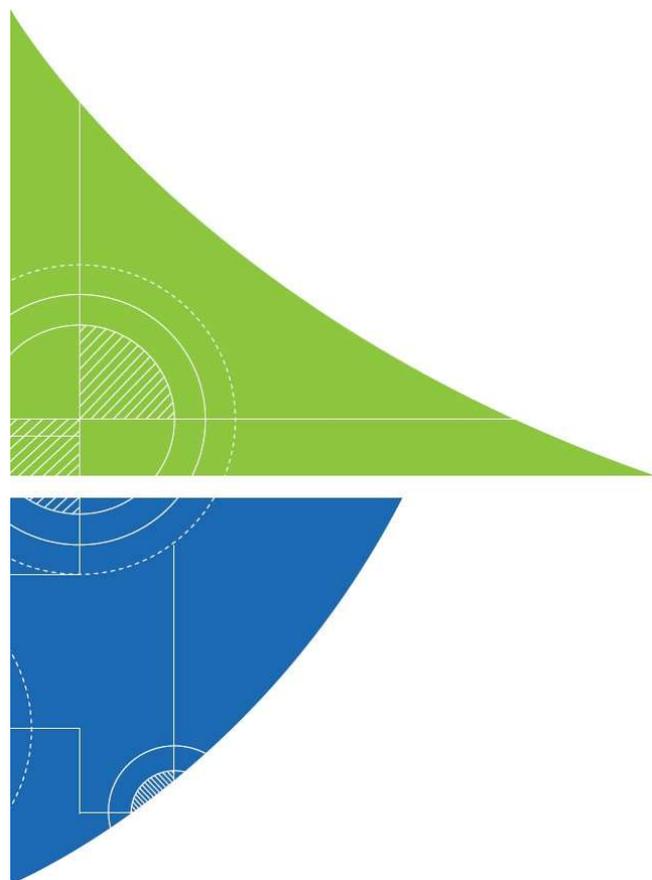
Dans ce cadre, la SAS BIODEAC réalise un Porter à Connaissance (PAC) en vue d'informer l'administration des modifications envisagées à son installation BIODEAC et d'obtenir un arrêté préfectoral complémentaire.

La SAS BIODEAC a sollicité BURGEAP afin de rédiger les chapitres du PAC relatifs aux modifications en matière de dangers.

Concernant **les dangers liés aux modifications apportées au projet**, celles-ci ne sont pas de nature à modifier de façon significative les dangers présentés par l'installation de méthanisation. **Les phénomènes dangereux n'induisent aucun effet domino externe**. Seuls 3 effets dominos internes sont recensés. Ceux-ci font l'objet de mesures préventives afin de réduire leur probabilité et leur gravité.

Ainsi, les modifications prévues ne modifient pas de façon substantielle les dangers sur l'environnement présentés par le projet d'installation de méthanisation BIODEAC.

ANNEXES



Annexe 1. Plan de masse à jour du site BIODEAC

MARRAUD INGENIERIE

MAITRE D'OUVRAGE
S.A.S. BIODEAC
 Z.A.C. DES CHAMPS DE LESCAZE
 47310 ROQUEFORT

OPERATION
CREATION D'UNE UNITE DE METHANISATION BIOGAZ

LIEU
 lieu-dit " Le Petit Calouët "
 22600 LOUDEAC

MARRAUD ARCHITECTURE
 4, rue Pierre Mendès France
 BP 60 - 47550 SCS

PERMIS DE CONSTRUIRE
 MODIFICATIF
 N° 06-05-2020

APPROUVE PAR
 chargé d'affaire
 chef de projet

Plan de masse Projet
 Réseaux
 PC2b

INDICE	DATE	OBSERVATIONS + MODIFICATIONS	PAR
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			

ELEMENTS TECHNIQUES

1	Digesteur	9500 m3	15	Torchère	
2	Cuve de réception	630 m3	16	Plateforme-Stripping	
3	Post-digesteur	3000 m3	17	Conteneur pompe / échangeurs	
4	Cuve de mélange	1080 m3	18	Traitement Gaz	
5	Conteneur électrique		19	Poste d'injection Gaz	
6	Cuves de pasteurisation		20	Chlorure Ferrique	
7	Chaudière		21	Pont bascule	
8	Echangeurs		22	Réserve eau incendie	
9	Bureaux		23	Poste de Transformation	
11	Stockage chaleur		24	Cuve stockage industriel (dans bâtiment)	
12	Stockage Digestat liquide	2 x 200 m3	25	Cuve stockage digestat liquide	2500 m3
13	Bio-filtre		26	Séparation de phase (dans bâtiment)	

RESEAUX E.U. E.V. (Rouge)
 RESEAUX E.U. E.V. (Bleu)
 RESEAUX A.E.P. (Vert)
 TEL. RESEAUX TELECOM (Rouge)
 ELEC. RESEAUX ELECTRIQUE (Rouge)

