



Ferme des Peupliers / Flipou Bio Energie

## FLIPOU BIO ENERGIE

Mathias BAYEUX

4, rue des Peupliers

27380 FLIPOU

Tel : 06 03 29 71 22

mathias.bayeux@lesfermiersnormands.fr

### Unité de méthanisation

### EVALUATION DES RAYONS DE DANGERS



Loïc VERGNE  
Responsable de Pôle

Tél. 02 41 72 14 16  
Mob. 07 54 35 76 57

**SYNERGIS**  
ENVIRONNEMENT

AGENCE CENTRE-OUEST  
2 Rue Amédéo Avogadro  
49070 BEAUCOUZE



[lvergne@synergis-environnement.com](mailto:lvergne@synergis-environnement.com)

[www.synergis-environnement.com](http://www.synergis-environnement.com)



Référence : 004450\_FLIPOU-BIOENERGIE\_CalculsEDD\_v1.doc

29 novembre 2022



# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. PRESENTATION SUCCINTE DU PROJET ET DES INSTALLATIONS .....</b>	<b>5</b>
2.1. Présentation générale du site .....	5
2.2. Le projet d'augmentation de capacité .....	5
2.3. Mesures de maîtrise des risques .....	7
<b>3. PRESENTATION DES DANGERS .....</b>	<b>8</b>
3.1. Explosivité/inflammabilité du biogaz.....	8
3.2. Risque toxique.....	9
<b>4. EVALUATION DES RISQUES .....</b>	<b>10</b>
4.1. Critères d'évaluation des risques .....	10
4.2. Méthodologie de calcul des rayons de dangers .....	17
4.3. Description et résultats des scénarios retenus.....	17
<b>5. ÉVALUATION DES RISQUES, BILAN ET CONCLUSION.....</b>	<b>31</b>

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

### Principales figures

<b>Figure 1 :</b>	Cartographie du Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre.....	19
<b>Figure 2 :</b>	Cartographie du Scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur .....	22
<b>Figure 3 :</b>	Cartographie du Scénario 3 : fuite de biogaz sur installations basse pression (2– 100 mbar) 26	
<b>Figure 4 :</b>	Cartographie du Scénario 4 : explosion dans un local de cogénération .....	29

### Principaux tableaux

Tableau 1 :	Caractéristiques des ouvrages de digestion et de stockage du digestat après réalisation du projet	6
Tableau 2 :	Conditions d'explosivité du biogaz.....	8
Tableau 3 :	Paramètres toxicologiques de l'H <sub>2</sub> S.....	9
Tableau 4 :	Seuils d'effets des accidents.....	10
Tableau 5 :	Effets caractéristiques des surpressions sur les structures.....	11
Tableau 6 :	Effets caractéristiques des surpressions sur l'homme .....	12
Tableau 7 :	Effets caractéristiques des rayonnements thermiques sur les structures.....	13
Tableau 8 :	Analyse préliminaire des Risques - Critères de probabilité d'un accident.....	14
Tableau 9 :	Gravité des conséquences humaines à l'extérieur des installations.....	15
Tableau 10 :	Hypothèses générales pour la dispersion des gaz dans l'atmosphère.....	17
Tableau 11 :	Distances d'effets du Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre .....	18
Tableau 12 :	Détail du calcul du nombre de personne exposées pour le scénario 1 .....	20
Tableau 13 :	Niveau de gravité retenu pour le scénario 1 .....	20
Tableau 14 :	Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur	21
Tableau 15 :	Détail du calcul du nombre de personne exposées pour le scénario 2 .....	23
Tableau 16 :	Niveau de gravité retenu pour le scénario 2 .....	23
Tableau 17 :	Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 3 : fuite de biogaz sur installations basse pression (2 – 100 mbar) .....	25
Tableau 18 :	Niveau de gravité retenu pour le scénario 3 .....	27
Tableau 19 :	Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 4 : explosion dans un local de cogénération	28
Tableau 20 :	Niveau de gravité retenu pour le scénario 4 .....	30
Tableau 21 :	Évaluation du risque des scénarios retenus.....	31
Tableau 22 :	Grille d'évaluation du risque .....	31
Tableau 23 :	Détail des trois situations à l'issue de l'évaluation des risques .....	31

# 1. INTRODUCTION GENERALE

Le présent dossier vise à évaluer les zones de danger du projet de méthanisation.

Ce dossier présente donc la méthode et les résultats des calculs de rayons de dangers.

## 2. PRESENTATION SUCCINCTE DU PROJET ET DES INSTALLATIONS

### 2.1. PRESENTATION GENERALE DU SITE

FLIPOU BIOENERGIE traite actuellement 30 tonnes d'intrant par jour dans son unité de méthanisation.

Le site comporte les principales installations suivantes :

- Une plateforme de stockage organisée en 2 silos de 50m\*20m\*3m
- Une plateforme de manœuvre de 810 m<sup>2</sup>
- Une trémie d'incorporation de 74m<sup>3</sup>
- Un digesteur de 24m \* 6 m de 2714m<sup>3</sup> avec une double membrane pour le stockage du gaz de 1217m<sup>3</sup>
- Une fosse de stockage du digestat liquide de 31m\*6m de 4529m<sup>3</sup>
- Un séparateur de phase pour le digestat
- Une plateforme de stockage de 345m<sup>2</sup> pour le digestat solide
- Un local technique
- Un ensemble de purification du biogaz au charbon actif
- Un module de cogénération en conteneur de 250 kw
- Une torchère de 150 m<sup>3</sup>/h

### 2.2. LE PROJET D'AUGMENTATION DE CAPACITE

FLIPOU BIOENERGIE souhaite augmenter cette capacité à 58,9 tonnes.  
Des équipements supplémentaires vont être ajoutés.

La liste envisagée des matières traitées sur le site sera la suivante :

- Fumier de bovins : 3000 t
- Lisier été eaux brunes de vaches laitières : 9825 t
- Ensilage de maïs : 1278 t
- Intercultures, seigle et sorgho : 3650 t
- Drêches de bière : 250 t
- Grains cassés de céréales : 400 t
- Marc de pomme : 600 t
- Pulpe de betterave : 2500 t

Liste des équipements supplémentaires :

- Un digesteur de 24m \* 6 m de 2714m<sup>3</sup> avec une double membrane pour le stockage du gaz de 1217m<sup>3</sup>
- Une cuve de stockage de digestat liquide de 29m \* 6 m pour 3961 m<sup>3</sup> pour avoir une capacité de stockage de 6 mois
- Un module de cogénération en conteneur de 250 kW
- Une nouvelle torchère automatique de 350 Nm<sup>3</sup>/h (en remplacement de l'ancienne)

**Tableau 1 : Caractéristiques des ouvrages de digestion et de stockage du digestat après réalisation du projet**

Type	Nombre	Matériaux	Emprise au sol	Hauteur maxi hors sol	Volume unitaire de biomasse	Volume unitaire de gaz	Pression de gaz	Température	Teneur en H <sub>2</sub> S
Digesteur	2	Cuve béton étanche gaz + couverture par une double membrane	Diamètre 24 m	Hauteur totale 13.35 m dont cuve 6 m	2 714m <sup>3</sup>	1217 m <sup>3</sup>	3 mbar	42°C environ	125 ppm
Stockage de digestat	1	Cuve béton + couverture par une simple membrane	Diamètre 31 m	Hauteur totale 14 m dont cuve 6 m	4529 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	/	20°C environ	/
Stockage de digestat	1	Cuve béton + couverture par une simple membrane	Diamètre 29 m	Hauteur totale 14 m dont cuve 6 m	3961 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	/	20°C environ	/

## 2.3. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

---

L'unité de méthanisation applique les règles de sécurité définies par l'arrêté ministériel relatif aux installations de méthanisation soumises à enregistrement au titre de la rubrique 2781.

En particulier, les digesteurs et gazomètres associés seront équipés des dispositifs de sécurité suivants :

- Brassage de la cuve ;
- Capteur de niveau liquide haut ;
- Cuve placée dans une zone de rétention étanche ;
- Capteur de pression dans le ciel gazeux ;
- Capteur de température dans le ciel gazeux ;
- Soupapes sur le ciel gazeux ;
- Protection des soupapes contre le gel et la mousse ;
- Dispositif de mesure de la teneur en CH<sub>4</sub> dans le biogaz;
- Dispositif de limitation des conséquences d'une surpression brutale : membranes plastiques ;
- Vannage pour envoyer le gaz directement en torchère ;
- Raccordement à une torchère ;
- Arrêté flamme sur la canalisation d'alimentation de la torchère
- Vannes d'isolement.

## 3. PRESENTATION DES DANGERS

Les dangers des installations de méthanisation proviennent de la production et de la présence de biogaz qui présente :

- Un caractère inflammable/explosible en raison de sa teneur en méthane
- Un caractère toxique en raison de sa teneur en hydrogène sulfuré

La réglementation des installations classées prévoit des mesures de maîtrise reposant sur :

- des mesures techniques : détection de gaz, détection incendie, ventilation des locaux, arrêt automatique des installations gaz, soupapes, vannes d'urgences, dispositions constructives, normes applicables aux installations électriques et gaz, normes applicables aux installations en atmosphère explosives, moyens internes et externes de lutte contre l'incendie, etc.
- des mesures opératoires : envoi du gaz en excès à la torchère, suivi des paramètres de fonctionnement en continu avec report informatisé, etc.
- des mesures organisationnelles : procédure de vérification, d'entretien et de gestion de l'installation, opérations sensibles de maintenance encadrées, etc.

### 3.1. EXPLOSIVITE/INFLAMMABILITE DU BIOGAZ

Le biogaz formé contient une forte proportion de gaz combustible, le méthane (CH<sub>4</sub>), et d'un gaz inerte, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Les autres composés formés sont suffisamment peu abondants pour n'avoir qu'une influence négligeable sur les caractéristiques d'explosivité ou de violence d'explosion du biogaz. Nous considérons donc dans ce paragraphe que le biogaz n'est qu'un mélange de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub>.

Pour une composition CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> variant de 100 - 0 à 50 - 50 les limites inférieures et supérieures d'explosivité du biogaz dans l'air sont présentées dans le tableau suivant :

*En pratique la LSI (limite supérieure d'inflammabilité) est souvent assimilée à la LSE (limite supérieure d'explosivité).*

Tableau 2 : Conditions d'explosivité du biogaz

CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub>	LIE (%vol CH <sub>4</sub> )	LSE (%vol CH <sub>4</sub> )	Densité (air = 1)
100 – 0 %vol	5	15	0,54
60 – 40 %vol	5,1	12,4	0,92
55 – 45 %vol	5,1	11,9	0,97
50 – 50 %vol	5,3	11,4	1,02

*Limites d'inflammabilité relatives à trois compositions différentes*

Le risque d'explosion est conditionné par deux paramètres : la concentration en oxygène dans le mélange gazeux et l'apport d'un point d'inflammation.

**En fonctionnement normal le mélange gazeux présent dans les gazomètres n'est pas explosif.**

Les gazomètres contiennent du biogaz contenant environ 55-60%vol de méthane, 40-45%vol de CO<sub>2</sub>, et environ 1%vol de gaz divers (H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>).

La production et le soutirage de biogaz sont réalisés en continu.



## 3.2. RISQUE TOXIQUE

Au vu des concentrations et de la toxicité des gaz potentiellement présents dans le biogaz il sera retenu la prise en compte de l'hydrogène sulfuré comme traceur de rejet atmosphérique toxique.

En termes de toxicité aiguë, l'H<sub>2</sub>S compte parmi les gaz les plus toxiques et son inhalation accidentelle provoque fréquemment des intoxications graves.

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.

### Seuils des effets réversibles (SER)

**Seuils des effets irréversibles (SEI)** délimitent la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »

**Seuils des premiers effets létaux (SPEL) ou (SEL)** correspondant à une Concentration Létale pour 1 % de la population exposée, délimitent la « zone des dangers graves pour la vie humaine »

**Seuils des effets létaux significatifs (SELS)** correspondant à une Concentration Létale pour 5 % de la population exposée, délimitent la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »

Tableau 3 : Paramètres toxicologiques de l'H<sub>2</sub>S

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

ND: Non déterminé

source : INERIS– DRC-08-94398-10646A

## 4. EVALUATION DES RISQUES

### 4.1. CRITERES D'EVALUATION DES RISQUES

#### 4.1.1. Seuils d'effets

##### 4.1.1.1. Seuils d'effets retenus

Ces valeurs sont fixées par l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Le tableau suivant présente ces valeurs de référence relatives aux différents effets :

- les seuils des effets létaux significatifs qui délimitent la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » ;
- les seuils des effets létaux qui délimitent la « zone des dangers graves pour la vie humaine » ;
- les seuils des effets irréversibles qui délimitent la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- le seuil des effets indirects qui délimite la « zone des effets indirects par bris de vitres sur l'homme ».

Tableau 4 : Seuils d'effets des accidents

Seuils d'effets	Effets thermiques*	Effets thermiques UVCE, boule de feu	Explosion	Toxique (H2S) exposition 1 minute	Toxique (H2S) exposition 1h
Seuil des effets indirects sur l'homme (bris de vitres)	/	/	Surpression de 20 mbar	/	/
Seuil des effets irréversibles	3 kW/m <sup>2</sup> ou 600 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	1,1 x Distance à la LII	Surpression de 50 mbar	320 ppm	80 ppm
Seuil des effets létaux	5 kW/m <sup>2</sup> ou 1000 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s	Distance à la LII	Surpression de 140 mbar	1521 ppm	372 ppm
Seuil des effets létaux significatifs ( <b>EFFETS DOMINOS</b> )	<b>8 kW/m<sup>2</sup> ou 1800 (kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup>.s</b>	<b>Distance à la LII</b>	<b>Surpression de 200 mbar</b>	1720 ppm	414 ppm

#### 4.1.1.2. Les effets de surpression

Les conséquences associées à une explosion sont liées :

- aux effets de surpression, sur l'homme et les équipements,
- aux effets missiles liés à la projection de débris et autres fragments structurels.

Dans le cas des explosions, les effets liés à la surpression sont déterminés en fonction de plusieurs paramètres :

- la nature du gaz explosible et sa vitesse de déflagration,
- le délai d'allumage et par conséquent la quantité de gaz émis à la source,
- l'onde de surpression aérienne qui constitue l'effet prépondérant sur les hommes.

Le tableau présenté ci-après, issu du document INERIS "Méthode pour l'Identification et la Caractérisation des effets Dominos – Décembre 2002 – DRA008", récapitule les seuils de surpression pour les effets sur les structures. Pour les effets thermiques, le seuil des effets dominos est égal à **200 mbar**. Des structures en béton armé résistent néanmoins à des surpressions plus importantes.

**Tableau 5 : Effets caractéristiques des surpressions sur les structures**

Surpression (mbar)	Effets caractéristiques sur les structures
10 à 70	Bris de vitres (5% à 100%)
70	Rupture de toits de réservoirs de stockage
70 à 140	Arrachage de joints entre des tôles en acier ou en aluminium
70 à 150	Lézardes et cassures dans les murs légers (plâtre, fibrociment, bois, tôle)
80 à 100	Dommages mineurs aux structures métalliques
100 à 150	Fissures dans la robe d'un réservoir métallique
140	Limite inférieure des dégâts graves
<b>150 à 200</b>	<b>Destruction de murs en parpaings</b>
<b>150 à 250</b>	<b>Lézardes et cassures dans les murs béton ou parpaings non armés de 20 à 30 cm</b>
<b>200</b>	<b>Rupture des structures métalliques et déplacement des fondations</b>
<b>200 à 300</b>	<b>Rupture de réservoirs de stockage, des structures métalliques auto-porteuses industrielles. Fissures dans des réservoirs de stockage d'hydrocarbures vides. Déformations légères sur un rack de canalisations. Revêtement des bâtiments industriels soufflé</b>
350 à 400	Déplacement d'un rack de canalisations, rupture des canalisations
400 à 550	Destruction d'un rack de canalisations
500 à 600	Destruction de murs en briques, d'une épaisseur de 20 à 30 cm
500 à 1000	Déplacement d'un réservoir de stockage circulaire, rupture des canalisations connectées
<b>700 à 1000</b>	<b>Renversement de wagons chargés, destruction de murs en béton armé</b>
1000 et plus	Rupture de la structure porteuse d'un réservoir de stockage

Tableau 6 : **Effets caractéristiques des surpressions sur l'homme**

Seuil des effets indirects (par bris de vitres)	Surpression de 20 mbar
Seuil des effets irréversibles	Surpression de 50 mbar
Seuil des effets létaux	Surpression de 140 mbar
Seuil des effets létaux significatifs	Surpression de 200 mbar

#### 4.1.1.3. **Les effets missiles**

Le comportement des projections de fragments de structure est complexe à déterminer.

L'impact d'un missile dépend évidemment de son énergie cinétique, de sa trajectoire, mais aussi de sa forme.

Il est ainsi difficile de fonder une stratégie claire de prise en compte des effets missiles sur les structures, en raisonnant uniquement de manière déterministe sur des rayons de conséquences.

La méthode la mieux adaptée à cette problématique serait une estimation probabiliste de la répartition spatiale des fragments en fonction d'une évaluation de la taille et de la direction d'éjection de ces fragments.

D'un point de vue déterministe, la solution la plus souvent adaptée pour prendre en compte les effets missiles est de considérer une typologie de différents fragments représentatifs de l'ensemble des agressions potentielles sur un équipement.

De manière forfaitaire, l'INERIS retient des distances d'effets, liées aux projections de débris et autres fragments structurels, au moins égales aux distances liées aux surpressions engendrées par l'explosion considérée.

Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Les effets de projection ne sont retenus que dans le secteur des établissements pyrotechniques, par manque de données fiables et crédibles dans les autres secteurs. Ils ne seront donc pas étudiés ici.

#### 4.1.1.4. **Les effets thermiques**

Les effets thermiques (flux) sont déterminés en fonction de plusieurs paramètres dont :

- la nature du produit inflammable ou combustible (pouvoir calorifique, débit de combustion),
- la hauteur de la flamme,
- le type de combustion, l'émissivité et la température de la flamme.

Ces flux sont calculés pour des distances variables à partir du front de flamme.

**Les valeurs seuils des effets thermiques correspondent respectivement à :**

Seuils	EFFETS THERMIQUES	DOSES THERMIQUES
Seuil des effets irréversibles	3 kW/m <sup>2</sup>	600 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s
Seuil des effets létaux	5 kW/m <sup>2</sup>	1000 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s
Seuil des effets létaux significatifs	8 kW/m <sup>2</sup>	1800 (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> .s

**Les seuils 3, 5 et 8 kW/m<sup>2</sup> sont utilisés pour des durées d'exposition de l'ordre de la minute.**

**Les seuils de 600, 1000, 1800 (kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup>.s sont utilisés pour des durées d'exposition courte avec un terme source non constant.**

Le tableau présenté ci-après, synthèse des documents INERIS "Méthode pour l'Identification et la Caractérisation des effets Dominos – Décembre 2002 – DRA008" et "Conception et exploitation de silos de stockage vis à vis des risques explosion et incendie – Mai 2000", récapitule les seuils pour des inflammations de bâtiments et de structures. Pour les effets thermiques, le seuil des effets dominos est égal à **8 kW/m<sup>2</sup>** (risque de transmission d'un incendie par simple effet thermique).

**Tableau 7 : Effets caractéristiques des rayonnements thermiques sur les structures**

Flux thermique (kW/m <sup>2</sup> )	Effets caractéristiques sur les structures
2	Déformation significative d'éléments de structure en bois
4	Dommages aux vitres (verre)
< 8	<b>Propagation improbable de l'incendie</b>
<b>8</b>	<b>Cloquage de la peinture</b>
10	Risque d'inflammation du bois
12	Propagation improbable de l'incendie si refroidissement (arrosage)
15	Inflammation de matières synthétiques. Inflammation et rupture d'éléments de structure en bois
16	Flux thermique au-delà duquel il convient de ne pas exposer les structures de manière prolongée
20	Tenue du béton pendant plusieurs heures
25	Déformation significative d'éléments de structure en acier
36	Propagation probable du feu des réservoirs d'hydrocarbures, même refroidis
37,5	Intensité radiative suffisante pour causer des dégâts aux équipements de production
84	Auto-inflammation des matériaux plastiques thermo-durcissables (polyesters, composites)
92	Rayonnement d'un feu faible
100	Température de 100°C atteinte dans 10 cm de béton au bout de 3 heures Inflammation et rupture d'éléments de structures en acier
150	Rayonnement d'un feu moyen (1000°C)
200	Ruine du béton par éclatement interne en quelques dizaines de minutes (température interne de 200 à 300°C)
240	Rayonnement d'un feu intense (1150°C)

**Pour les effets thermiques d'un UVCE ou d'une boule de feu, on applique les recommandations de la circulaire du 10 mai 2010 :**

- **Seuils des effets irréversibles (SEI) = 1,1 x distance à la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité)**
- **Seuils des premiers effets létaux (SEL) = distance à la LII**
- **Seuils des effets létaux significatifs (SELS) distance à la LII**

#### 4.1.2. Critères de probabilité

5 classes de probabilité sont utilisées. Elles sont basées sur les critères de probabilité de l'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005.

La probabilité dans le cas du projet de la société est évaluée de manière semi quantitative.

**Tableau 8 : Analyse préliminaire des Risques - Critères de probabilité d'un accident**

Classe de probabilité / Type d'appréciation	E	D	C	B	A
qualitative	« Evènement 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 ou d'installations</i>	« Evènement 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>	« Evènement improbable »  <i>un évènement 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>	« Evènement probable »  <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation</i>	« Evènement courant »  <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, 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				
Quantitative (par unité et par an)	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	

#### 4.1.3. Cinétique

L'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 précise les éléments relatifs à la qualification de la cinétique. Dans le cadre des PPRT, la distinction est faite entre phénomène dangereux à cinétique lente et phénomène dangereux à cinétique rapide. Conformément à cet arrêté :

- La cinétique d'un phénomène dangereux est qualifiée de lente si elle permet la mise en œuvre d'un plan d'urgence assurant la mise à l'abri des personnes présentes au sein des zones d'effets de ce phénomène dangereux. Ces personnes ne sont alors pas considérées comme étant exposées ;
- La cinétique d'un phénomène dangereux est qualifiée de rapide dans le cas contraire.

#### 4.1.4. Gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations

L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, est définie à l'annexe 3 de l'Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

**Tableau 9 : Gravité des conséquences humaines à l'extérieur des installations**

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles que la vie humaine
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées <sup>1</sup>	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	En plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

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.  
Le cas échéant, les modalités d'estimation des flux de personnes à travers une zone sous forme « d'unités statiques équivalentes » utilisée pour calculer la composante « gravité des conséquences » d'un accident donné sont précisées dans l'étude de dangers.

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

On retiendra notamment dans le cadre de la présente étude :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...) : compter 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 gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.
- Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.
- Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par km et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie. Dans le cas présent, le nombre de passage de train de voyageurs sur la voie ferrée est estimé à 100 par jour

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

- Voie de circulation automobile : compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.
- On pourra appliquer la méthode du secteur angulaire (angle de 60° où on compte le plus de personnes exposées) pour les phénomènes de dispersion (toxique, UVCE) à grande distance.

Dans le cas présent, on considérera les hypothèses suivantes :

- Le trafic sur la RD 20 est de 1866 véhicules par jour (source : CD 27). On considère le même trafic sur la voie communale à l'Est du site.



## 4.2. METHODOLOGIE DE CALCUL DES RAYONS DE DANGERS

---

La détermination des effets thermiques, de surpression et de toxicité a été réalisée selon 3 outils :

- le logiciel ALOHA décrit ci-dessous,
- une méthode développée en interne à partir du modèle mathématique multy-energy recommandé par le ministère de l'environnement (explosion de containers et de digesteurs),
- le logiciel Phast (UVCE et jet enflammé suite à une fuite de biogaz)

Les modélisations ont été effectuées à partir des caractéristiques physico-chimiques du biogaz produit sur le site de méthanisation.

Pour tous les scénarios, on considère les hypothèses suivantes :

**Tableau 10 : *Hypothèses générales pour la dispersion des gaz dans l'atmosphère***

Conditions météorologiques et Classe de Pasquill	D5 20 °C / F3 15°C
Humidité dans l'air	70%

Les conditions météorologiques et les durées d'exposition ont été prises à *minima* conformément à la méthodologie pour les études de dangers :

	Classe de Pasquill	Classe de Pasquill
Exposition entre 1 et 60 minute	D5 20°C	F3 15°C

## 4.3. DESCRIPTION ET RESULTATS DES SCENARIOS RETENUS

---

### 4.3.1. Scénarios retenus

---

Les scénarios d'accidents majeurs retenus sont les suivants :

- Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre
- Scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur
- Scénario 3 : fuite de biogaz sur les installations basse pression
- Scénario 4 : explosion dans un local de cogénération

## 4.3.2. Description et résultats du Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre

### 4.3.2.1.1. Calcul des distances d'effets

Le scénario d'accident est une explosion dans un digesteur ou son gazomètre.

Il peut avoir comme principales origines

- la formation d'une ATEX dans la cuve lors de la maintenance
- la formation d'une ATEX dans le ciel gazeux ou dans l'espace inter-membranaire

La pression de rupture des membranes est de l'ordre de 30 mbar.

D'après les indications de l'INERIS, (Rapports d'étude DRA-09-101660-1214A du 18 janvier 2010 et 201652 - 2437679 - v2.0 du 26 janvier 2021 « Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle » ), ce scénario peut être assimilé à l'explosion à l'air libre d'un mélange stoechiométrique de biogaz et d'air.

Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 4 (surpression maximale de 100 mbar).

Les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- Volume de l'atmosphère explosive : 2714 m<sup>3</sup> pour la cuve vide, ou 1217 m<sup>3</sup> pour le gazomètre
- Concentration à la stœchiométrie : 13,9% (biogaz)
- Densité : 1,1 kg/m<sup>3</sup>
- Indice de violence multi-énergie : 4

On considère le cas majorant : formation d'une ATEX dans le plus grand volume (ici la cuve vide).

Le scénario entraîne les effets de surpression suivant :

**Tableau 11 : Distances d'effets du Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre**





Seuils d'effets (en m)	Rayon d'effet (m)
Seuil des effets indirects (bris de vitres) – 20 mbar	102
Seuil des effets irréversibles – 50 mbar	51
Seuil des effets létaux – 140 mbar	Non atteint
Seuil des effets létaux significatifs ( <u>EFFETS DOMINOS</u> ) – 200 mbar	Non atteint

*NB : Les résultats sont comparables avec ceux présentés par l'INERIS dans ses documents DRA-09-101660-1214A du 18 janvier 2010 et 201652 - 2437679 - v2.0 du 26 janvier 2021*

Les distances d'effets sont comptées à partir du centre de la cuve.

Figure 1 : Cartographie du Scénario 1 : explosion dans un digesteur ou son gazomètre



Effets de surpression	
	20 mbar - Effets indirects (bris de vitre)
	50 mbar - Effets irréversibles
	140 mbar - Effets létaux
	200 mbar - Effets létaux significatifs - Effets dominos

#### 1.1.1.1.1. Probabilité du scénario

Compte tenu des mesures de maîtrise de risques, la **probabilité du scénario est évaluée au niveau D** « très improbable » de manière courante dans les études de dangers d'unités de méthanisation.

#### 1.1.1.1.1. Niveau de gravité

Le scénario induit des zones d'effets irréversibles dans les abords immédiats des limites de propriété. Afin de déterminer le niveau de gravité, il faut calculer le nombre de personnes exposées en cas d'accident.

Le tableau suivant détail le calcul du nombre de personnes exposées en cas d'accident.

**Tableau 12 : Détail du calcul du nombre de personne exposées pour le scénario 1**

Scénario 1 : explosion dans le digesteur ou son gazomètre									
Effets	Seuil	Cible	Linéaire (m)	Surface (m²)	Ratio	Unité rtaio	Trafic	unité trafic	Nombre de personnes exposées
Suppression	irréversible	RD 20	80	0	0,4	pers/km/100 véhicules	1866	véhicules/j	0,6
Suppression	irréversible	Terrains agricoles	0	500	1	pers/100 ha			0,001
									<b>0,6</b>

Le tableau suivant conclu sur le niveau de gravité retenu pour le scénario.

Le tableau suivant conclu sur le niveau de gravité retenu pour le scénario.

**Tableau 13 : Niveau de gravité retenu pour le scénario 1**

N° scénario	Type d'effet	Seuil	Nombre de personnes exposées	Niveau de gravité	NIVEAU DE GRAVITE RETENU
1	Suppression	Effets irréversibles	1	Sérieux	Sérieux
		Effets létaux	0	Modéré	
		Effets létaux significatifs	0	Modéré	

### 4.3.3. Description et résultats du Scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur

#### 4.3.3.1.1. Calcul des distances d'effets

Le scénario étudié est la rupture du gazomètre d'un digesteur, induisant un dégagement massif de biogaz. Le nuage de gaz libéré prend approximativement la forme d'une sphère puis, le nuage se déplace dans le sens du vent, tout en s'élevant et en se diluant.

L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression susceptible de se propager dans l'environnement sur de grandes distances.

La dispersion du nuage de gaz peut potentiellement induire :

- Des effets de surpression ou thermiques de type UVCE
- Des effets toxiques

L'accident est modélisé à l'aide du logiciel ALOHA. On prend en compte les hypothèses suivantes :

- On considère un rejet à une hauteur de 6 m (hauteur de la cuve béton sur laquelle est ancré le gazomètre).
- La durée d'ignition est inconnue (Aloha sélectionne le cas majorant).
- On considère une explosion en milieu non confiné (équivalent à l'indice 4 de la méthode multi-energy).
- Température du biogaz : 42°C
- Volume de stockage de gaz : 1217 m<sup>3</sup>.
- Pression : 100 mbar (valeur minimum dans Aloha -> cas majorant par rapport aux 5 mbar réels)
- Quantité de biogaz stocké : 1,361 tonnes.
- D'après ALOHA, le débit maximum de rejet est atteint pour une brèche de diamètre 1m (rejet de biogaz de 2,12 kg/s).
- Teneur en H<sub>2</sub>S dans le biogaz : 125 ppm

Les résultats sont les suivants :

**Tableau 14 : Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur**

Seuils d'effets (en m)	Surpression	Effets thermiques UVCE (boule de feu)	Effets toxiques 1 min	Effets toxiques 60 min
Seuil des effets indirects (bris de vitres)	108 m (irréversibles x 2)	/	/	/
Seuil des effets irréversibles	54 m	Concentration à la Limite Inférieure d'Inflammabilité non atteinte au niveau du sol en raison de la dispersion du nuage	Seuils toxiques non atteints au niveau du sol en raison de la dispersion du nuage	
Seuil des effets létaux	Non atteint			
Seuil des effets létaux significatifs (EFFETS DOMINOS)	Non atteint			

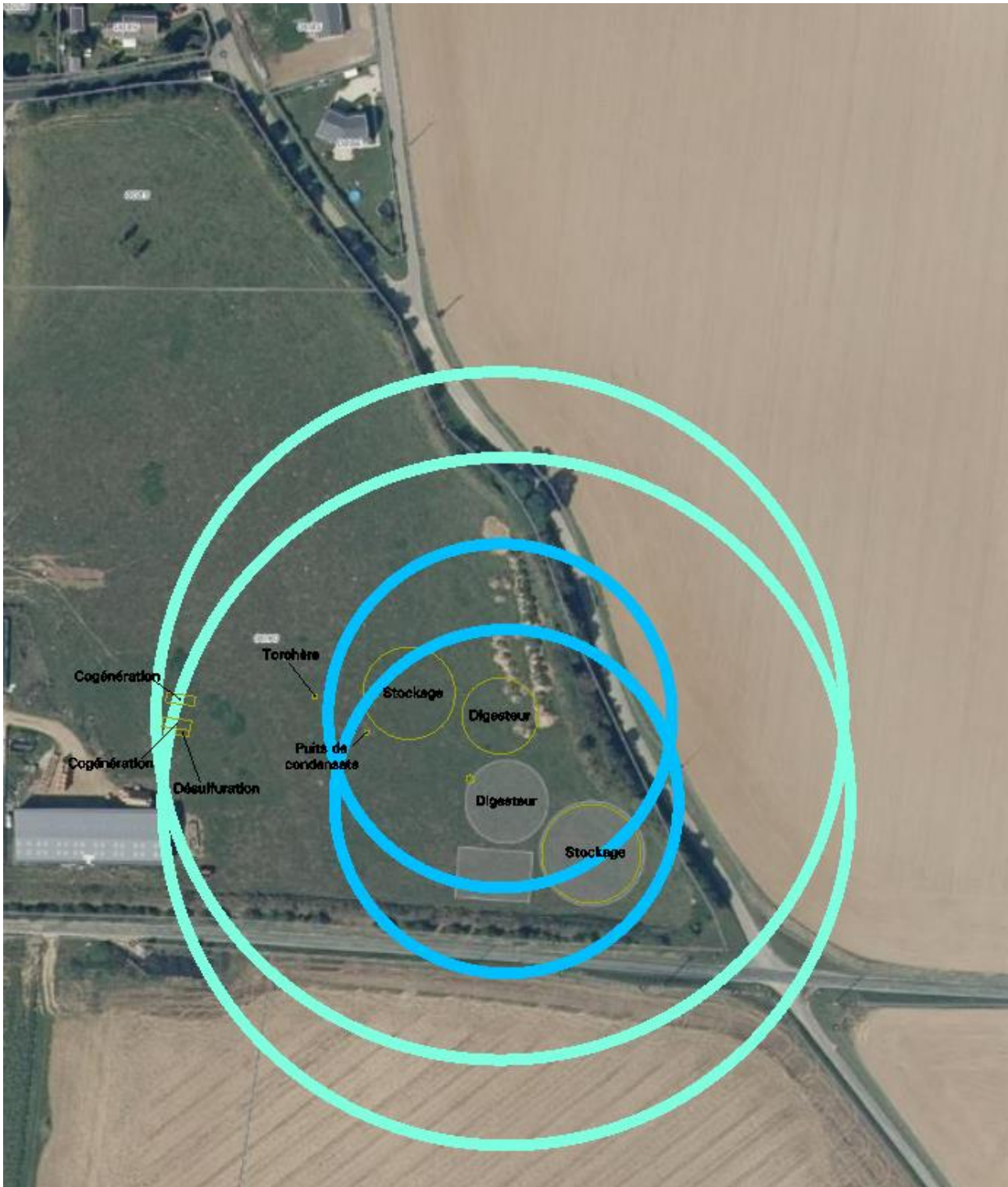
NB : Les résultats sont comparables avec ceux présentés par l'INERIS dans ses documents DRA-09-101660-1214A du 18 janvier 2010 et 201652 - 2437679 - v2.0 du 26 janvier 2021





Les distances d'effets sont comptées à partir du centre de la cuve.

NB : la hauteur du rejet (> 6m) permet une dispersion du biogaz dans l'atmosphère suffisante pour éviter tous risques toxique ou thermiques au niveau du sol.



Figure 2 : Cartographie du Scénario 2 : rupture du gazomètre d'un digesteur



Effets de surpression	
	20 mbar - Effets indirects (bris de vitre)
	50 mbar - Effets irréversibles
	140 mbar - Effets létaux
	200 mbar - Effets létaux significatifs - Effets dominos

#### 1.1.1.1.2. Probabilité du scénario

Compte tenu des mesures de maîtrise de risques, la **probabilité du scénario est évaluée au niveau D** « très improbable » de manière courante dans les études de dangers d'unités de méthanisation.

#### 1.1.1.1.3. Niveau de gravité

Le scénario induit des zones d'effets irréversibles dans les abords immédiats des limites de propriété. Afin de déterminer le niveau de gravité, il faut calculer le nombre de personnes exposées en cas d'accident.

Le tableau suivant détail le calcul du nombre de personnes exposées en cas d'accident.

**Tableau 15 : Détail du calcul du nombre de personne exposées pour le scénario 2**

Scénario 2 : rupture d'un gazomètre									
Effets	Seuil	Cible	Linéaire (m)	Surface (m²)	Ratio	Unité rtaio	Trafic	unité trafic	Nombre de personnes exposées
Suppression	irréversible	RD 20	85	0	0,4	pers/km/100 véhicules	1866	véhicules/j	0,6
Suppression	irréversible	Terrains agricoles	0	550	1	pers/100 ha			0,001
									<b>0,6</b>

Le tableau suivant conclut sur le niveau de gravité retenu pour le scénario.

**Tableau 16 : Niveau de gravité retenu pour le scénario 2**

N° scénario	Type d'effet	Seuil	Nombre de personnes exposées	Niveau de gravité	NIVEAU DE GRAVITE RETENU
2	Suppression	Effets irréversibles	1	Sérieux	Sérieux
		Effets létaux	0	Modéré	
		Effets létaux significatifs	0	Modéré	

#### 4.3.4. Description et résultats du Scénario 3 : fuite de biogaz sur installations basse pression (2 – 100 mbar)

---

##### 4.3.4.1.1. Calcul des distances d'effets

Le scénario étudié est une fuite importante de biogaz en extérieur au niveau du sol (hauteur comprise entre 0 et 2m environ ; au-delà le biogaz se disperse dans l'atmosphère et la limite d'inflammabilité ou les seuils d'effets toxiques, ne sont pas atteints à hauteur d'homme) à partir d'installations basse pression. Les points de de fuite potentiels sont :

- La canalisation de descente des digesteurs et du stockage de digestat
- Le puits de condensat
- Le surpresseur biogaz
- Les cuves d'épuration au charbon actif
- La torchère
- La chaudière
- En dehors de ces points les canalisations sont enterrées.

On s'intéresse au cas majorant :

- Une fuite équivalente à une rupture guillotine.
- Une fuite de direction horizontale
- Les modélisations sont réalisées dans les conditions atmosphériques 3F et 5D

Les caractéristiques des canalisations sont les suivantes pour des installations de ce type :

Point de fuite	Type Gaz	Pression	DN	Teneur H2S
-	-	<i>Mbar g</i>	<i>mm</i>	<i>ppm</i>
Amont surpresseur	Biogaz	5	200	125
Aval supresseur	Biogaz	100	200	125
Aval charbon actif	Biogaz	100	200	<10

La fuite engendre le déplacement et la dispersion d'un nuage de gaz. Les effets de l'accident peuvent être les suivants

- Une explosion de type UVCE
- Des effets thermiques de type UVCE
- Des effets thermiques de type jet enflammé
- Des effets toxiques

Les effets thermiques et de surpression sont modélisés à l'aide du logiciel PHAST. Les effets toxiques sont modélisés à l'aide du logiciel ALOHA.

Les résultats des calculs sont les suivants :

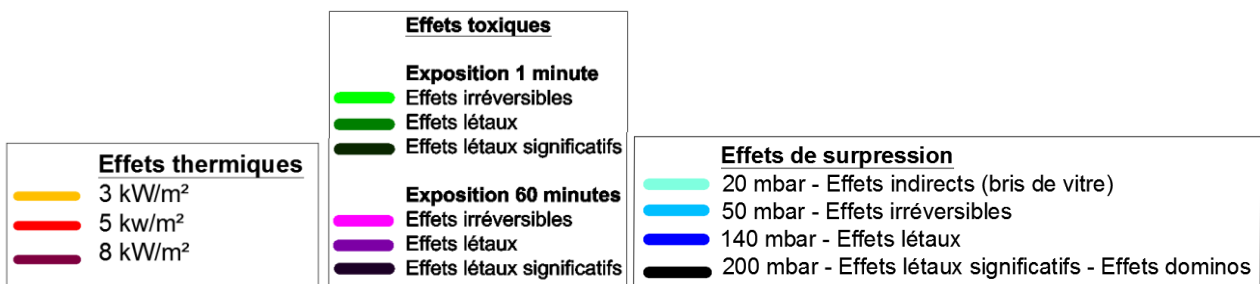


Tableau 17 : Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 3 : fuite de biogaz sur installations basse pression (2 – 100 mbar)

Seuils d'effets (en m)	Surpression UVCE	Effets thermiques UVCE	Jet enflammé	Effets toxiques 125 ppm 1 min	Effets toxiques 125 ppm 60 min	Effets toxiques <10 ppm 1 min	Effets toxiques <10 ppm 60 min
Seuil des effets indirects (bris de vitres)	20 m	/	/			/	/
Seuil des effets irréversibles	10 m	9	18 m	Non atteint	<10m	Non atteint	Non atteint
Seuil des effets létaux	Non atteint	8	15 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
Seuil des effets létaux significatifs (EFFETS DOMINOS)	Non atteint	8	14 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

NB : Les résultats sont comparables avec ceux présentés par l'INERIS dans son document DRA- -14-133344-01580B du 07/10/2014

Figure 3 : Cartographie du Scénario 3 : fuite de biogaz sur installations basse pression (2– 100 mbar)



#### 1.1.1.1.4. Probabilité du scénario

Compte tenu des mesures de maîtrise de risques, la **probabilité du scénario est évaluée au niveau D** « très improbable » de manière courante dans les études de dangers d'unités de méthanisation.

#### 1.1.1.1.5. Niveau de gravité

Le scénario n'induit pas d'effets en dehors des limites de propriété.

Le tableau suivant conclut sur le niveau de gravité retenu pour le scénario.

**Tableau 18 : Niveau de gravité retenu pour le scénario 3**

N° scénario	Type d'effet	Seuil	Nombre de personnes exposées	Niveau de gravité	NIVEAU DE GRAVITE RETENU
3	Suppression	Effets irréversibles	0	Modéré	Modéré
		Effets létaux	0	Modéré	
		Effets létaux significatifs	0	Modéré	

## 4.3.5. Description et résultats du Scénario 4 : explosion dans un local de cogénération

### 4.3.5.1.1. Calcul des distances d'effets

Le scénario d'accident est une explosion à l'intérieur d'un local de cogénération.

Il peut avoir comme principales origines

- Une fuite dans le local avec défaut de fonctionnement des systèmes de sécurité (Ventilation mécanique des locaux, vanne de coupure automatique de l'alimentation en gaz)

D'après les indications de constructeurs, les locaux sont des containers métalliques de conception légère. Leur résistance aux surpressions en cas d'explosion est de l'ordre de 100 mbar ; l'ensemble du local est considéré comme une paroi faible.

Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 5 (surpression maximale de 200 mbar).

On ne considère pas d'explosion secondaire du biogaz imbrulé compte tenu de la petite taille des locaux : l'explosion primaire dans le local est prépondérante.

(NB : dans son document DRA-09-101660-1214A du 18 janvier 2010, l'INERIS évalue les effets d'une explosion dans un local de compression de 9000 m<sup>3</sup> ; ce scénario n'est donc pas comparable avec la présente étude de dangers avec des locaux de 45 m<sup>3</sup>. Par contre le scénario étudié ici est comparable avec celui- étudié par l'INERIS dans son document DRA- -14-133344-01580B du 07/10/2014).

On considère le cas majorant : formation d'une ATEX dans un local vide (on ne tient pas compte du volume occupé par les équipements).

Les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- Volume de l'atmosphère explosive : 72 m<sup>3</sup>
- Concentration à la stœchiométrie : 13,5% (biogaz)
- Densité : 1,1 kg/m<sup>3</sup> (biogaz)
- Indice de violence multi-énergie : 5

Le scénario entraîne les effets de surpression suivant :

**Tableau 19 : Analyse détaillée des risques - distances d'effets du scénario 4 : explosion dans un local de cogénération**





Seuils d'effets (en m)	Surpression
Seuil des effets indirects (bris de vitres)	52 m (irréversibles x 2)
Seuil des effets irréversibles	26 m
Seuil des effets létaux	9 m
Seuil des effets létaux significatifs ( <u>EFFETS DOMINOS</u> )	6 m

NB : Les résultats sont comparables avec ceux présentés par l'INERIS dans ses documents DRA-09-101660-1214A du 18 janvier 2010 et 201652 - 2437679 - v2.0 du 26 janvier 2021

Les distances d'effets sont comptées à partir des parois du local.

Figure 4 : Cartographie du Scénario 4 : explosion dans un local de cogénération



Effets de surpression	
	20 mbar - Effets indirects (bris de vitre)
	50 mbar - Effets irréversibles
	140 mbar - Effets létaux
	200 mbar - Effets létaux significatifs - Effets dominos

#### 1.1.1.1.6. Probabilité du scénario

Compte tenu des mesures de maîtrise de risques, la **probabilité du scénario est évaluée au niveau D** « très improbable » de manière courante dans les études de dangers d'unités de méthanisation.

#### 1.1.1.1.7. Niveau de gravité

Le scénario n'induit pas d'effets en dehors des limites de propriété.

Le tableau suivant conclut sur le niveau de gravité retenu pour le scénario.

**Tableau 20 : Niveau de gravité retenu pour le scénario 4**

N° scénario	Type d'effet	Seuil	Nombre de personnes exposées	Niveau de gravité	NIVEAU DE GRAVITE RETENU
4	Suppression	Effets irréversibles	0	Modéré	Modéré
		Effets létaux	0	Modéré	
		Effets létaux significatifs	0	Modéré	

## 5. ÉVALUATION DES RISQUES, BILAN ET CONCLUSION

L'évaluation du risque est réalisée selon la grille d'analyse de la justification par l'exploitant des mesures de maîtrise du risque en termes de couple probabilité – gravité des conséquences sur les personnes physiques correspondant à des intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. (Circulaire du 10 mai 2010).

La cotation des scénarios d'accident conformément à l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 donne les résultats suivants :

**Tableau 21 : *Évaluation du risque des scénarios retenus***

N° scénario	Description	Type d'effet	Cinétique	Probabilité	Gravité des conséquences	Evaluation du risque
1	Explosion dans un digesteur ou son gazomètre	Surpression	Rapide	D	Sérieux	Risque moindre
2	Rupture du gazomètre d'un digesteur	Surpression	Rapide	D	Sérieux	Risque moindre
3	Fuite de biogaz sur les installations basse pression	Surpression	Rapide	D	Modéré	Risque moindre
4	Explosion dans un local de cogénération	Surpression	Rapide	D	Modéré	Risque moindre

Le tableau suivant présente les phénomènes dangereux dans la matrice de criticité avant application des MMR.

**Tableau 22 : *Grille d'évaluation du risque***

GRAVITE	PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		1 - 2			
Modéré		3 - 4			

La graduation des cases de risque « Élevé » et « Intermédiaire » en « rangs », correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 4 pour risque « Élevé », et depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « Intermédiaire ». Cette graduation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

Au final, l'évaluation détaillée du risque conduit à distinguer 3 situations présentée dans le tableau suivant :

**Tableau 23 : *Détail des trois situations à l'issue de l'évaluation des risques***

Situation	Conclusion
Risque Élevé	Projet : non autorisé Installation existante : mesures de maîtrise des risques complémentaires + mesures d'urbanisme
Risque intermédiaire	Installation autorisée sous réserve de mesures de maîtrise des risques complémentaires
Risque moindre	Installation autorisée en l'état

**En conclusion, compte tenu des mesures de maîtrise des risques prises et des prescriptions ministérielles applicables à ce type d'installations, les aléas de surpression, d'effets thermiques ou d'effets toxiques sont très improbables.**

**Aucun accident ne produit d'effets létaux en dehors des limites du site. Certains scénarios induisent des effets irréversibles à l'extérieur du site sur de faibles surfaces. Les habitations et zones d'habitation les plus proches ne sont pas concernées par les effets irréversibles et bris de vitre.**

**Aucun scénario d'accident ne produit des distances d'effet qui mettent en danger les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement sans que des mesures de maîtrise des risques soient mises en place de manière efficace et suffisante.**

**Le risque résiduel est moindre, compte tenu des mesures de maîtrise du risque, des faibles surfaces concernées, et de la faible présence humaine aux alentours.**

**Ce risque résiduel moindre n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.**