



LG2E

Mayrac (46)

# *Agrandissement d'une unité de méthanisation*

*Pièce n° 4 :  
Etude des dangers*

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>3</b>
2.1	LE PROJET D'AGRANDISSEMENT .....	3
2.2	LA SENSIBILITE DE L'ENVIRONNEMENT .....	4
<b>3</b>	<b>IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER .....</b>	<b>5</b>
3.1	POTENTIELS DE DANGERS EXTERNES .....	5
3.2	POTENTIELS DE DANGERS INTERNES .....	6
3.2.1	<i>Liste des produits et dangers associés .....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Liste des activités pouvant présenter un danger .....</i>	<i>6</i>
<b>4</b>	<b>ACCIDENTOLOGIE .....</b>	<b>9</b>
4.1	ACCIDENTOLOGIE INTERNE .....	9
4.2	ACCIDENTOLOGIE METHANISATION .....	9
<b>5</b>	<b>REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER .....</b>	<b>11</b>
5.1	SUBSTITUTION DE SUBSTANCES .....	11
5.2	SUBSTITUTION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION .....	11
5.3	REDUCTION DES QUANTITES .....	11
5.4	MESURES PREVENTIVES ISSUES DE L'ACCIDENTOLOGIE .....	12
<b>6</b>	<b>EVALUATION DES RISQUES.....</b>	<b>13</b>
6.1	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	13
6.1.1	<i>Description des phénomènes dangereux .....</i>	<i>13</i>
6.1.2	<i>Le risque d'explosion – identification des zones ATEX.....</i>	<i>13</i>
6.1.3	<i>Le risque d'incendie.....</i>	<i>15</i>
6.1.4	<i>Tableau d'analyse des risques principaux.....</i>	<i>15</i>
6.1.5	<i>Choix des scénarii d'accidents à étudier .....</i>	<i>16</i>
6.2	METHODOLOGIE ET SEUILS REGLEMENTAIRES .....	16
6.3	MODELISATION DU SCENARIO N°1 « EXPLOSION VCE DANS LE POST-DIGESTEUR » .....	18
6.4	MODELISATION DU SCENARIO N° 2 « VCE DANS LE LOCAL DE COGENERATION » .....	20
6.5	MODELISATION DU SCENARIO N°3 «INCENDIE DU STOCKAGE DE MATIERES VEGETALES» .....	22
6.6	BILAN DES COTATIONS DES ACCIDENTS POTENTIELS .....	24
<b>7</b>	<b>MAITRISE DES RISQUES.....</b>	<b>25</b>
7.1	PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES ELEVES .....	25
7.2	PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES INTERMEDIAIRES.....	25
7.2.1	<i>Etude du scénario n° 1 « explosion VCE dans le post-digesteur » .....</i>	<i>25</i>
7.2.2	<i>Etude du scénario n° 2 « explosion VCE dans le local de cogénération » .....</i>	<i>26</i>
7.3	PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES MOINDRES.....	26
7.3.1	<i>Etude du scénario n° 3 « incendie du stockage de matières végétales » .....</i>	<i>26</i>
7.4	MOYENS ORGANISATIONNELS INTERNES EN GENERAL .....	27
7.5	MESURES SPECIFIQUES AUX ZONES ATEX.....	28
7.6	MOYENS DE PROTECTION ET D'INTERVENTION .....	28
<b>8</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>RESUME NON TECHNIQUE .....</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>METHODOLOGIE GLOBALE .....</b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUCTION

« Si la méthanisation présente des dangers attestés, les risques pour la population et l'environnement restent limités dès lors que l'exploitant respecte une série de mesures bien identifiées », expliquait Sébastien Evanno de l'Institut national de l'environnement et des risques (INERIS) lors d'un colloque organisé par le Club Biogaz de l'Association technique énergie environnement (ATEE) en octobre 2014. Ces mesures sont prévues essentiellement par la réglementation sur les atmosphères explosibles (Atex) et par celle sur les installations classées (ICPE).

L'étude des dangers suivante montre que chez LG2E, la prévention du risque relève d'une démarche globale qui :

- a débuté dans le cadre du projet d'agrandissement dès la **conception** de l'installation ;
- implique une bonne **formation** de l'exploitant et des salariés,
- se base en phase d'exploitation sur le contrôle régulier de la fiabilité des **barrières** techniques et humaines **de sécurité** mises en place, ainsi que la surveillance des situations à risques : travaux par points chauds, maintenance, démarrage et mise à l'arrêt des installations.

Pour une unité de méthanisation soumise au régime de l'autorisation, l'arrêté de prescriptions ICPE prévoit déjà une barrière de protection des eaux par la mise en place obligatoire d'un bassin de rétention. Comme nous le verrons par la suite, le principal enjeu consiste alors à bien délimiter les zones ATEX<sup>1</sup>, étape primordiale pour prévenir le risque principal qu'est l'explosion.

## 2 DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

### 2.1 Le projet d'agrandissement

Le projet est présenté en détail dans la partie 2 du dossier. Le lecteur est invité à s'y reporter. Pour mémoire, le schéma global du principe de fonctionnement est le suivant :

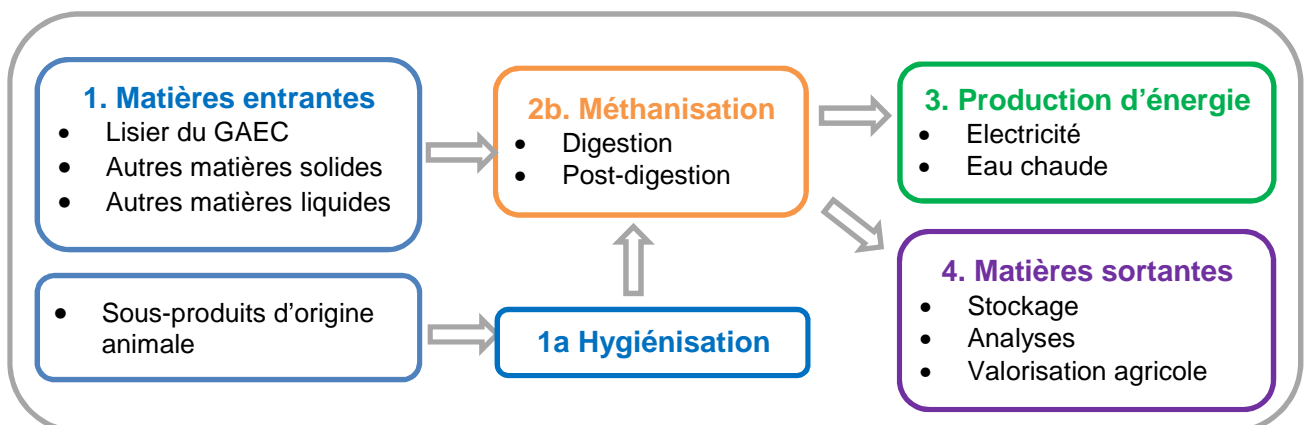


Figure 1 : Déroulement général des opérations

<sup>1</sup> Zone ATEX : zone dans laquelle peut se former une atmosphère explosible

## 2.2 La sensibilité de l'environnement

- Circulation routière : L'accès au site se fait par des routes départementales (D 803 Souillac / Martel et D15 direction St. Sozy) et une route communale, leur gabarit permet le passage d'engins agricoles et de poids lourds. En ce qui concerne les possibilités de croisement avec d'autres véhicules, elles sont partout suffisantes et n'impliquent pas de risque d'accident particulier.
- Eau potable : Le secteur étudié appartient au Causse de Martel : c'est une zone karstique. Il n'y a pas de nappe d'eau souterraine, ni de cours d'eau ou de périmètre de captage d'eau potable dans la zone d'influence de l'unité de méthanisation. Une partie des parcelles du plan d'épandage se trouve dans le périmètre de protection éloigné (PPE) du captage d'eau du Syndicat intercommunal du Blagour, sur les communes de Cuzance et de Lachapelle-Auzac. Néanmoins, l'épandage des digestats dans la zone du PPE n'est pas interdit par l'avis de l'hydrogéologue.
- Milieu naturel : le site s'insère dans une zone caractérisée par la présence de champs, de prairies agricoles et d'un bois. Aucune sensibilité n'a été identifiée.
- Voisinage : Les habitations les plus proches par rapport au site se situent entre 100 et 250 m par rapport au site LG2E : il s'agit des habitations de la famille de l'exploitant.
- Dans un rayon de 1 km autour de site, on trouve une trentaine d'habitations, ce qui témoigne d'une urbanisation très peu dense.
- Activités voisines : l'unité de méthanisation est implantée à proximité de la zone de compostage, de l'élevage porcin et d'une pépinière accueillant du public (ERP). Les distances par rapport aux activités nouvelles sont les suivantes :

Distances	Hygiénisation	Post-digesteur
Compostage	20 m	60 m
Elevage	35 m	70 m
Pépinière	100 m	160 m

### Récapitulatif des intérêts à protéger

Ce sont donc essentiellement :

- les activités industrielles voisines,
  - les voisins et les clients de la pépinière,
- qui doivent être protégés en cas d'incident.

Le milieu naturel ne présente pas de sensibilité particulière : en cas d'incident sur site, il faudra essentiellement prévoir de retenir les pollutions liquides éventuelles et d'éviter qu'un incendie se propage vers la zone boisée voisine.

### 3 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER

#### 3.1 Potentiels de dangers externes

Le tableau suivant analyse les différents dangers externes susceptibles de provoquer un accident sur site :

Danger	Analyse
<b>Inondation</b>	Situé loin de tous les cours d'eau, en hauteur, et sur un terrain en pente, le risque d'inondation peut être exclu.
<b>Mouvement de terrains</b>	Aucune cavité souterraine n'est connue au droit du projet, et le sol est considéré comme stable.
<b>Séisme</b>	Tout le département du Lot est classé par le décret du 22/10/2010 relatif à la prévention du risque sismique en zone de sismicité très faible : aucune disposition constructive particulière n'est prévue par rapport à ce paramètre.
<b>Tempête</b>	Une tempête pourrait éventuellement provoquer l'arrachement de la bâche des couvertures du méthaniseur ou du post-digesteur, ce qui ne présenterait pas de danger pour l'environnement : le biogaz diffuserait simplement dans l'atmosphère.
<b>Froid</b>	Le gel pourrait provoquer une gêne de fonctionnement de la soupape de sécurité du digesteur / post-digesteur : le fluide antigel dans le circuit liquide de la soupape permet de prévenir ce risque.
<b>Neige</b>	Il n'y a pas de risque d'accumulation de neige sur les bâches de couverture en raison de leur forme arrondie et en raison de la température tiède qui règne sous la bâche qui fait fondre la neige.
<b>Canicule</b>	Pas de risque particulier.
<b>Pluie</b>	Pas de risque particulier, d'autant plus que le site est en pente, ce qui évite les problèmes de stagnation des eaux pluviales.
<b>Foudre</b>	Les installations et équipements du site LG2E sont protégés contre les effets de la foudre : parafoudre spécifique de l'armoire électrique centrale, mise à la terre des fosses en béton existantes et futures <sup>2</sup> .
<b>Incendie extérieur</b>	En raison de l'éloignement des zones boisées par rapport aux installations LG2E, l'incendie extérieur ne présente pas de danger particulier.
<b>Accident routier</b>	Les routes publiques sont situées à plus de 80 m et un accident n'est pas susceptible d'avoir des conséquences au niveau du site étudié.
<b>Chute d'aéronef</b>	L'aéroport Brive-Souillac est situé à plus de 10 km et le petit aérodrome de Lacave se trouve à 3 km. Etant donné que le projet se trouve complètement en dehors des cônes d'atterrissage et de décollage, la chute d'un avion sur le site semble très peu probable.
<b>Accident de train</b>	Non concerné.
<b>Accident industriel</b>	Le risque principal lié aux installations voisines (élevage) est un incendie d'origine électrique qui pourrait se propager à la zone de compostage. Le digesteur / post-digesteur sont trop éloignés des bâtiments d'élevage pour être concernés.
<b>Réseaux externes</b>	Il n'y a pas de réseau gaz ni d'oléoduc à proximité.
<b>Malveillance</b>	Le site est clôturé et fermé en dehors des heures de fonctionnement afin d'éviter les actes de malveillance.

<sup>2</sup> A noter que les installations de méthanisation qui traitent < 100 t/j ne sont pas concernées par l'obligation de faire réaliser une étude foudre spécifique par un organisme spécialisé.

## 3.2 Potentiels de dangers internes

### 3.2.1 Liste des produits et dangers associés

Dans le tableau suivant, sont listés tous les produits présents sur le site ainsi que les dangers et les quantités qui leur sont associés :

Source	Dangers	Quantité maximale présente
Lisier et autres déchets organiques	Pollution des sols et des eaux	2250 m <sup>3</sup>
	Danger sanitaire	
Biogaz	Inflammation	Production théorique de biogaz environ 140 m <sup>3</sup> /h, soit 75 m <sup>3</sup> /h de méthane capacité de stockage : 5800 m <sup>3</sup> , soit 2,1 t de méthane
	Explosion	
	Intoxication par inhalation	
	Asphyxie	
Digestats	Pollution des sols et des eaux	6700 m <sup>3</sup>
	Danger sanitaire	
Intrants végétaux solides / compost	Incendie	1500 m <sup>3</sup>

**Tableau 1 : Risques internes liés aux produits**

### 3.2.2 Liste des activités pouvant présenter un danger

Afin d'identifier les principaux risques liés à l'exploitation de méthaniseurs agricoles, une analyse des risques « générique » sur une installation type a été réalisée par l'INERIS<sup>3</sup>. Nous avons utilisé les résultats de cette étude pour l'analyse des risques sur le site LG2E, qui sont décrits par la suite :

Technique d'exploitation	Danger
Hygiénisation des déchets	Pollution des sols et des eaux
Stockage des déchets liquides dans des fosses ouvertes	Chute de personnes / d'animaux dans la fosse et noyade, mais pas de danger environnemental
Stockage de déchets végétaux secs	Incendie
Stockage de déchets dans les préfosses couvertes	Explosion de vapeur de gaz à l'air libre
	Développement de gaz toxiques = intoxication
Méthanisation des effluents	Explosion de gaz en milieu confiné
	Explosion de vapeur de gaz à l'air libre
	Surpression / dépression interne
	Dispersion toxique
	Pollution des sols / eaux souterraines après perte de confinement
Brûlage du biogaz par la torchère	Explosion suite à l'accumulation de biogaz
Transfert de chaleur via un réseau d'eau chaude enterré vers la pépinière	Pas de danger environnemental.
Transport routier des déchets et digestats	Accident de la circulation
Epandage des digestats	Pollution des sols / eaux souterraines

**Tableau 2 : Risques internes liés aux techniques d'exploitation**

<sup>3</sup> Rapport n°DRA-07-88414-10586B du 18 janvier 2008 : « Etude des risques liés à l'exploitation de méthaniseurs agricoles »

## Explosion d'une atmosphère explosible (ATEX)

Le risque d'explosion ne se présente qu'avec la conjonction de 3 facteurs : atmosphère confinée + présence simultanée d'oxygène et de méthane dans l'air confiné avec une proportion de méthane entre 5 et 15%<sup>4</sup> + source d'ignition (flamme ou étincelle).

D'après ces valeurs, une ATEX est donc susceptible de se former dans un espace confiné, à l'intérieur d'un digesteur par exemple, lorsque la concentration en biogaz est comprise entre 10% et 24%. En fonctionnement normal (absence d'air), il n'y a donc pas assez d'air pour qu'une ATEX se forme dans le ciel gazeux du digesteur. Par contre, en cas d'intervention à l'intérieur de celui-ci, pour un curage par exemple, l'introduction d'air est susceptible de conduire à la formation d'une ATEX.

D'autres zones peuvent également présenter un risque de développement d'une ATEX : il s'agit des zones de stockage confiné des biodéchets avant traitement ainsi que des locaux fermés. **Ce danger doit par conséquent être retenu pour l'étude des risques.**

## Incendie

Du fait de la mise en œuvre d'un gaz et de matériaux combustibles, le **risque d'incendie dans une installation de méthanisation est également à prendre en compte.**

## Surpression ou dépression interne

Le digesteur et le post-digesteur sont équipés chacun :

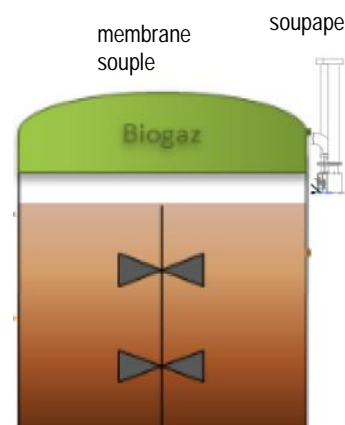
- d'une membrane souple qui se gonfle et dégonfle en fonction des variations de pression à l'intérieur de la cuve ;
- d'une soupape qui fonctionne au-delà d'une certaine sur- ou sous-pression.

En cas de dysfonctionnement de la soupape, l'effet attendu est les suivants :

- rupture de la paroi la plus fragile, c'est-à-dire la membrane, et libération du biogaz dans l'atmosphère suite à la perte de confinement.

Par contre, étant donné que le niveau des digestats est toujours inférieur au bord de la cuve, il n'y aura pas de déversement de digestats dans la nature. **Par conséquent,**

**le danger surpression / dépression n'a pas été retenu pour l'étude des risques suivantes.**



## Intoxication

Le méthane et le CO<sub>2</sub>, principales composantes du biogaz, ne sont pas toxiques.

Par contre, les réactions de fermentation peuvent conduire à la formation de gaz toxiques qui sont le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ou encore le monoxyde de carbone (CO). Ces gaz présentent un risque de toxicité aiguë dans les milieux confinés ou semi-confinés.

Par contre, en raison de leurs très faibles concentrations dans le biogaz (< 3 %), aucun danger à l'extérieur du site n'est envisagé. **L'intoxication n'a pas été retenue pour l'étude des risques suivante.**

<sup>4</sup>Ces valeurs correspondent à la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) et à la Limite Supérieure d'Explosivité (LSE).

### **Anoxie**

L'anoxie correspond à une diminution du taux d'oxygène de l'air. Celle-ci peut être provoquée par un dégagement important de gaz inertes dans l'atmosphère se substituant à l'oxygène de l'air.

La teneur minimale réglementaire à respecter en oxygène dans un lieu de travail est de 19 %. Dans le cas du biogaz, les principaux gaz, en quantité suffisante, ayant un pouvoir anoxiant sont le méthane (CH<sub>4</sub>) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

**L'anoxie ne présente pas de risque environnemental et n'a pas été retenue pour l'étude des risques suivante.**

### **Pollution par déversement de matières/substances dans le milieu naturel**

Ce risque est directement lié à la présence de produits plus ou moins liquides, qui - en cas de déversement ou de fuite - sont susceptibles de s'épandre sur le sol (il n'y a pas de cours d'eau à proximité).

Il s'agit des lisiers, des déchets organiques, des graisses et du digestat : ce ne sont pas des produits dangereux, une pollution serait donc plutôt liée à une grande quantité non confinée de ces produits riches en éléments nutritifs.

Un déversement massif de matières dans le milieu peut avoir comme origine la ruine d'une cuve de stockage (par défaut de construction par exemple), qui engendrerait un épandage vers le point bas du site. Etant donné que le site est équipé au point bas de deux bassins étanches qui permettent de retenir la totalité du volume de digestats contenus dans le post-digesteur (4000 m<sup>3</sup>), il n'y aura pas de déversement vers l'extérieur du site et pas d'impact environnemental associé.

**En conséquence, ce danger n'a pas été retenu pour la suite de l'étude**

### **Accident lié au trafic routier**

Les différentes activités nécessitant la circulation d'engins, de camions ou de véhicules légers (approvisionnement, expédition, chargement et déchargement), présentent un danger d'accident lié à la circulation. Par contre, il n'y a pas de canalisation de transfert de gaz dans la zone de manœuvre des engins qui pourrait être atteinte lors d'un accident. **En conséquence, ce danger n'a pas été retenu pour la suite de l'étude.**

### **Chute de personnes / d'animaux dans les fosses ouvertes et noyade**

Toutes les fosses externes contenant des produits liquides sont soit couvertes, soit grillagées. La future fosse de réception des biodéchets sera située à l'intérieur d'un bâtiment toujours fermés et elle sera équipée de garde-corps.

Enfin, le site de l'usine est entièrement clôturé.

**En conséquence, ce danger n'a pas été retenu pour la suite de l'étude.**



## 4 ACCIDENTOLOGIE

### 4.1 Accidentologie interne

L'unité de méthanisation est intégrée dans une zone déjà dédiée aux activités agricoles, avec à proximité un élevage de porcs et une production horticole sous serres. Aucun accident et/ou incident, blessé, dégât matériel, pollution n'ont été observés à ce jour sur les autres installations déjà existantes à proximité.

Aucun incident ne s'est produit sur l'unité de compostage exploité par LG2E.

Enfin, au niveau de l'unité de méthanisation, les évènements suivants sont à signaler :

Date	Evènement et impact	Mesures prises
Eté 2012	Panne du moteur de cogénération en raison de la présence de syloxanes dans le biogaz. Aucun impact environnemental, mais arrête de la production d'électricité pendant quelques jours.	Remplacement du moteur de cogénération et installation de deux filtres à charbon en amont.
Juin 2014	Les matières dans le digesteur ont moussé, ce qui a provoqué un soulèvement de la charpente en bois. Rejet direct du biogaz vers l'atmosphère car il a fallu enlever la bâche pour remettre la charpente en place, ce qui a nécessité un arrête de production d'une semaine. Aucun impact environnemental n'a été enregistré.	Une sonde qui contrôle le niveau de moussage dans le digesteur a été installée : le repart d'alarme se fait directement sur le téléphone portable de l'exploitant.
Janvier 2015	Suite à une panne du compresseur du groupe de refroidissement du biogaz, de l'humidité est rentrée dans le moteur de cogénération, qui est tombé à son tour en panne. Aucun impact environnemental, mais arrêt de la production d'électricité pendant quelques jours. Le biogaz produit dans le digesteur a été brûlé par la torchère pendant cette période.	Changement du compresseur et du moteur.
Juillet 2015	La bâche du digesteur s'est déchirée pour une raison non identifiée (probablement défaut de matériaux). Aucun impact environnemental, mais il a fallu remplacer la bâche, ce qui a nécessité un arrêté de production d'une semaine et le rejet de biogaz vers l'atmosphère. Aucun impact environnemental n'a été enregistré.	Remplacement de la bâche.

### 4.2 Accidentologie méthanisation

Base ARIA du BARPI<sup>5</sup>, source : INERIS

L'INERIS a publié en 2012 une étude qui permet de recenser les accidents intervenus sur des installations de méthanisation (agricoles et autres). Il s'agit aussi bien d'accidents ayant eu seulement des conséquences internes, que des accidents avec impact environnemental. Nous avons complété cette étude par les accidents plus récents recensés dans la base ARIA jusqu'en 2014 :

- 35 cas ont été répertoriés en France. Le BARPI présente aussi 20 cas étrangers, dont 14 en Allemagne et 6 cas en Australie, Autriche, Inde, Italie, Suisse et aux Etats Unis.
- Activités concernées : collecte, traitement & élimination déchets (35 %), culture & production animale (27 %), collecte & traitement eaux usées (23 %), industrie

<sup>5</sup> Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles du Ministère de l'Ecologie

alimentaire (4 %), industrie papier & carton (8 %), industrie chimique (2 %), production & distribution électricité (2 %).

- Typologie : rejet matières dangereuses / polluantes (64 %, rejet de digestat, fuite biogaz et H<sub>2</sub>S), incendie (33 %, zone de stockage, local de cogénération), explosion (31 %, digesteur, local compression, gazomètre) et chute / projection d'équipements (8 %),
- Circonstances : Période d'activité réduite (13 cas), travaux (7 cas), construction (2 cas).
- Causes (41 cas) : Facteur humain et organisationnel (30 cas), défaillance matérielle (20 cas), événement initiateur externe (6 cas, dont naturel 3 cas), malveillance (4 cas).
- Conséquences (49 cas) : Morts (3 cas, opérateurs du site, 4 intoxiqués, 5 tués par explosion), blessés (6 cas), eaux superficielles (11 cas, avec atteinte faune sauvage 3 cas), pollution atmosphérique (8 cas), sols (5 cas) et nappes (1 cas), dommages matériels internes (30 cas dont aussi externes 2 cas).
- Enseignements sur les cas allemands : Très nombreuses installations (> 6 000 fin 2014), réglementation non uniforme sur l'ensemble du pays, nombreux accidents ou incidents (140 en 2009) notamment dans des installations agricoles non couvertes par une réglementation de type ICPE (soit les deux tiers).

### Maîtrise du risque / mesures à mettre en place :

L'INERIS a identifié les points de maîtrise de risque suivant :

1. Une réglementation adaptée en France :
  - ICPE : Rubrique n°2781 « Méthanisation des déchets non dangereux ou matière végétale » [arrêté du 10/11/09 (Autorisation)]
  - ATEX : Directives ATEX
  - Autres textes : Directives machines, EPI, ...
2. Des mesures et dispositifs de maîtrise des risques : réduire la probabilité d'accident et maintenir les conséquences potentielles à l'intérieur des limites du site :

Risque à maîtriser	Mesures de prévention selon INERIS	Conformité LG2E ?
<b>Incendie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositifs d'extinction</li> <li>• Sécurité incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2 extincteurs</li> <li>✓ Borne d'irrigation utilisable en cas d'incendie</li> </ul>
<b>Explosion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilation</li> <li>• Matériel adapté en zones ATEX</li> <li>• Détection gaz</li> <li>• Clapet anti-retour</li> <li>• Maîtrise des sources d'inflammation</li> <li>• Event d'explosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Local technique ventilé</li> <li>✓ Oui</li> <li>✓ Oui, dans le local technique</li> <li>✓ Oui</li> <li>✓ Interdiction de fumer partout, permis de feu obligatoire</li> <li>✓ Oui, sur digesteur et post-digesteur</li> </ul>
<b>Fuites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détection gaz</li> <li>• Vannes automatiques</li> <li>• Maintenance des installations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Détecteur dans le local technique</li> <li>✓ Oui</li> <li>✓ Plan de maintenance préventive</li> </ul>
<b>Intoxication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilation</li> <li>• Détection gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Local technique ventilé</li> <li>✓ Détecteur à gaz</li> </ul>
<b>Pollution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance des installations</li> <li>• Détecteur de débit, de niveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de maintenance préventive</li> <li>✓ Automatique dans le digesteur / post-digesteur avec report d'alarme</li> <li>✓ Détecteurs de fuite sous les cuves</li> <li>✓ Bassins de rétention</li> </ul>
<b>Tous les risques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception, formation, organisation, procédures ...</li> <li>• Réduire le risque à la source, gérer le facteur humain et les phases transitoires [démarrage, travaux]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formation de toute l'équipe en 2016 par le constructeur BTS</li> </ul>

## 5 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER

### 5.1 Substitution de substances

Les alternatives disponibles pour réduire le potentiel danger en substituant les substances source de risque sont :

Source	Alternative visant à réduire le potentiel danger
Lisiers	Présence inévitable puisque lié directement au processus de fabrication du biogaz
Matières organiques et graisses	Présence inévitable puisque lié directement au processus de fabrication du biogaz
Biogaz	Production inévitable en raison de l'activité biologique

#### Etude des possibilités de substitution de substances

### 5.2 Substitution des techniques d'exploitation

Les alternatives disponibles pour réduire le potentiel danger en modifiant les techniques d'exploitation sont présentées dans le tableau suivant :

Technique d'exploitation	Alternative visant à réduire le potentiel danger
Déchets organiques	Les volumes des fosses de traitement sont directement liés aux contraintes d'exploitation et ne peuvent être réduits.
Méthanisation du lisier et autres matières organiques	Pas d'alternatives : valorisation énergétique du biogaz mise en place sur le site
Engins de manutention, camions et autres véhicules	Le trafic de camions et des engins sur le site ne peut être remplacé mais se fera à distance des équipements sensibles (canalisations de biogaz)

#### Etude des possibilités de substitution des techniques d'exploitation

### 5.3 Réduction des quantités

L'autre solution pour réduire le potentiel danger est de limiter les quantités des substances sources de danger :

Source	Limitation des quantités visant à réduire le potentiel danger
Déchets organiques	Pas de stockage autre que le minimum nécessaire au fonctionnement de l'unité de méthanisation
Biogaz	Limitation incompatible avec l'objectif d'optimisation de la valorisation énergétique

#### Etude des possibilités de réduction des quantités stockées

## 5.4 Mesures préventives issues de l'accidentologie

A partir des enseignements tirés des différentes parties de son étude « Etude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles » (janvier 2008), l'INERIS propose un certain nombre de mesures préventives spécifiques à mettre en place pour prévenir les risques d'explosion. Le tableau suivant reprend ces mesures et précise si elles sont / seront mises en œuvre correctement chez LG2E :

Prévention des explosions ATEX pour l'ensemble du site	Conformité LG2E ?
Réalisation d'un classement en zone ATEX / non ATEX	Oui
Signalisation des zones ATEX	Oui
Usage de canalisations soudées	Oui
Usage d'une ventilation naturelle ou forcée dans tous les espaces susceptibles	Oui
Usage de détecteur de méthane dans les zones confinées	Oui
Mis en place de procédures relatives aux autorisations de travail (permis de feu)	Oui
Prévention des sources d'inflammations (interdiction de fumer, mise à la terre des équipements...)	Oui
Protection des installations contre la foudre	En cours
Limitation de la circulation des personnes à l'intérieur des zones ATEX et formation du personnel aux risques d'explosion	Oui
Usage de dispositifs arrêté-flamme en amont du brûleur, entre les différentes enceintes et en amont de la torchère	Oui
Vérification quotidienne du débit d'air injecté dans le digesteur et la fosse de stockage des digestats pour le traitement du H <sub>2</sub> S et réglage en fonction de la production de biogaz, afin de rester en dessous de la concentration seuil d'explosivité LIE (maximum 8 % d'air)	Oui

## 6 EVALUATION DES RISQUES

### 6.1 Analyse préliminaire des risques

#### 6.1.1 Description des phénomènes dangereux

Sur la base des éléments exposés dans les chapitres précédents, les phénomènes dangereux susceptibles d'être rencontrés sur l'installation sont les suivants :

- Explosion de gaz en espace confiné (VCE) et à l'air libre (UVCE),
- Incendie.

#### 6.1.2 Le risque d'explosion – identification des zones ATEX

Source : INERIS, ATEE, BTS

La réglementation impose de classer les zones ATEX de la manière suivante :

- Zone 0 : une ATEX est présente en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment,
- Zone 1 : une ATEX est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal,
- Zone 2 : une ATEX n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

L'INERIS propose un classement en zones ATEX pour les installations de méthanisation que nous avons adapté aux spécificités du site LG2E :

Zone 0	Zone 1	Zone 2
Aucune	Digesteurs et post-digesteur : - au niveau des soupapes de sécurité, en cas de fonctionnement par surpression : rayon de 1 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digesteurs et post-digesteur : à deux moments particuliers :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Lors de la phase de montée en charge, lorsque le biogaz libéré par les déchets est mélangé avec l'air encore présent dans la cuve.</li> <li>o En cas d'intervention à l'intérieur, pour un curage ou une réparation par exemple, l'introduction d'air est susceptible de conduire à la formation d'une ATEX.</li> </ul> </li> <li>- Jonction cuve – membrane digesteur / post-digesteur / fosse de stockage : 1 m</li> <li>- Plate-forme de service et trappes sur digesteur / post-digesteur / fosse de stockage : 1 m</li> <li>- Puits de condensation et regards : rayon de 4 m</li> <li>- Trappe de prévision de l'agitateur (hublots) : enveloppe de 0,5 m</li> <li>- Vanne torchère et vannes biogaz : rayon de 0,5 m</li> <li>- Compresseur biogaz</li> <li>- Soupapes de sur- et sous-pression sur les gazomètres : rayon de 4 m</li> </ul>

Les zones ATEX identifiés par le constructeur BTS Biogaz sont présentées sur le schéma de la page suivante.



L'ensemble des zones ATEX est représenté sur la carte n° 12 dans la pièce 5.



### 6.1.3 Le risque d'incendie

Deux types d'incendies peuvent être envisagés :

- Le feu torche qui est provoqué par l'inflammation d'une fuite accidentelle de biogaz inflammable. Après inflammation du jet, le feu torche s'établit et il en résulte une flamme de diffusion qui peut conduire à une propagation de l'incendie ou provoquer de nouveaux accidents.
- Le feu sur un stock de matériaux combustibles, à savoir des déchets végétaux secs déposés au niveau de la plate-forme centrale et de la zone de compostage.

Les effets d'un incendie sont de type thermique (rayonnement, convection) et provoquent aussi des émissions de fumées.

### 6.1.4 Tableau d'analyse des risques principaux

Le tableau suivant vise à faire de manière simplifiée l'inventaire des risques **explosion** et **incendie** au niveau des différentes activités de l'installation LG2E :

Activité	Possibilité d'une explosion ?	Possibilité d'un incendie ?
<b>Réception des déchets / compostage</b>	Non : - pas de milieu confiné ni de forte production de biogaz ; - ventilation sur les fosses de pré-mélange	Oui, car présence de matières sèches combustibles.
<b>Hygiénisation</b>	Non : - pas de milieu confiné ni de forte production de biogaz ; - ventilation du hangar.	Non, car les cuves d'hygiénisation fonctionnent à l'eau chaude produite au niveau de la cogénération ; il n'y a pas de gaz dans le bâtiment ni d'autres matières combustibles ou inflammables.
<b>Méthanisation</b> (digesteur / post-digesteur, fosse de stockage couverte)	Oui, car présence de biogaz en milieu confiné et possibilité de fuite de biogaz vers un milieu non confiné au niveau des zones de jonctions avec la cuve et les hublots.	Non.
<b>Canalisations de biogaz</b>	Oui : possibilité de fuite de biogaz vers un milieu non confiné au niveau d'une vanne.	Oui, car possibilité de feu torche en cas de fuite de biogaz.
<b>Torchère</b>		Non.
<b>Local technique / cogénération</b>	Oui, mais présence d'une ventilation forcée et d'un détecteur de méthane pour prévention de ce type d'accident.	Non.
<b>Expédition des digestats</b>	Non.	Non.

### 6.1.5 Choix des scénarii d'accidents à étudier

Sur la base des risques identifiés à la page précédente, nous proposons de retenir **3 accidents majeurs** :

- Pour les explosions, nous retenons les deux scénarii majorants impliquant les plus grandes quantités de biogaz et une explosion en milieu confiné (les explosions en milieu non confiné depuis une canalisation étant moins graves).
- Pour l'incendie, nous retenons l'incendie du plus grand stock de matières combustibles, à savoir la zone de compostage.

Danger	Scénario d'accident retenu	
	N°	Intitulé
Explosion VCE (en milieu confiné)	1	Explosion VCE dans le post-digesteur
	2	Explosion VCE dans le local de cogénération
Incendie	3	Incendie d'un stock de matières végétales

## 6.2 Méthodologie et seuils réglementaires

La réglementation relative aux études des dangers impose 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.

La méthodologie à utiliser est celle de l'arrêté du 29 septembre 2005 :

### Evaluation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux et accidents

Nous avons choisi d'utiliser la méthode quantitative dans laquelle 5 classes sont définies :

- A : Evènement courant
- B : Evènement probable
- C : Evènement improbable
- D : Evènement très improbable
- E : Evènement possible mais extrêmement peu probable

### Evaluation et prise en compte de la cinétique

Lors de l'évaluation des conséquences d'un accident, sont prises en compte :

- la cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant
- la cinétique d'atteinte du voisinage / de l'environnement.

La cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations avant qu'elles ne soient atteintes.

### Evaluation et prise en compte de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences potentielles des accidents

Dans notre cas, l'intensité des effets doit être définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets de surpression et d'effets thermiques. Les valeurs applicables sont les suivants :



**Seuils d'effets de surpression**

Surpression maximale	Effets sur les structures	Effets sur l'homme
20 mbar	seuil des destructions significatives de vitres	seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme
50 mbar	seuil des dégâts légers sur les structures	seuils des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
140 mbar	seuil des dégâts graves sur les structures	seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine
200 mbar	seuil des effets domino	seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine
300 mbar	seuil des dégâts très graves sur les structures	

**Seuils d'effets thermiques**

Chaleur maximale	Effets sur les structures	Effets sur l'homme
3 kW/m <sup>2</sup>		seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
5 kW/m <sup>2</sup>	seuil des destructions de vitres significatives	seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine
8 kW/m <sup>2</sup>	seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures	seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine
16 kW/m <sup>2</sup>	seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	
20 kW/m <sup>2</sup>	seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton	
200 kW/m <sup>2</sup>	seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	

En fonction de l'intensité des accidents, et du nombre de personnes exposées ou des effets attendus, une **note de gravité** doit être attribuée selon l'une des 5 classes suivantes :

- A (désastreux)
- B (catastrophique)
- C (important)
- D (sérieux)
- E (modéré)

**Evaluation de la criticité de l'évènement étudié**

Sur la base des évaluations précédentes, la criticité est la conjonction de la probabilité d'occurrence et de la gravité de l'évènement redouté.

Gravité	A (désastreux)	<b>Non acceptable</b>				
	B (catastrophique)	Mesure de maîtrise de risque		<b>Non acceptable</b>		
	C (important)	Mesure de maîtrise de risque			<b>Non acceptable</b>	
	D (sérieux)	Acceptable		Mesure de maîtrise de risque	<b>Non acceptable</b>	
	E (modéré)	Acceptable				
		<i>E (Extrêmement peu probable)</i>	<i>D (très improbable)</i>	<i>C (improbable)</i>	<i>B (probable)</i>	<i>A (courant)</i>
		<i>Probabilité</i>				

## 6.3 Modélisation du scénario n°1 « Explosion VCE dans le post-digesteur »

### A. Données d'entrée et hypothèses

Nous avons choisi de modéliser l'explosion du post-digesteur, qui représente le plus gros volume sur le site LG2E.

Deux scénarios d'explosion du post-digesteur sont possibles :

1. lorsque le post-digesteur est en fonctionnement : la majorité du volume est occupée par les matières en fermentation, le biogaz est stocké dans les membranes souples du gazomètre, soit un volume maximal de 3555 m<sup>3</sup> de biogaz ;
2. lorsque le post-digesteur est en cours de remplissage ou vidangé pour la maintenance : dans ce cas, le gazomètre est vide (il n'y a pas assez de pression pour faire gonfler les membranes), mais le biogaz peut s'accumuler accidentellement dans la cuve bétonnée qui présente un volume de 4000 m<sup>3</sup>.

Afin de nous placer dans des conditions majorantes, nous retenons le second scénario, qui représente également la situation la plus vraisemblable, car c'est en effet au moment du remplissage ou de la vidange d'une cuve que le danger d'apparition d'un mélange air / biogaz dans les limites d'explosivité est le plus grand.

En effet, l'explosion peut avoir lieu dans le domaine d'explosion suivant : 10 % - 24 % de biogaz. Afin de maximiser les effets de l'explosion, nous allons supposer que l'explosion a lieu à la concentration de la Limite Supérieure d'Explosivité, soit à 24 %.

Le volume de biogaz à prendre en compte au moment de l'explosion est alors :

$$4000 \text{ m}^3 * 0,24 = 960 \text{ m}^3 \text{ de biogaz}$$

La pression statique d'ouverture de la membrane est de 30 mbar.

L'explosion dans le post-digesteur éjecte à l'extérieur 75% du volume inflammable initial à travers les membranes soufflées. Le nuage formé est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire et le post-digesteur devient largement ventilé. Dans ces conditions, le scénario peut être assimilé à une explosion à l'air libre selon l'INERIS.

Les effets thermiques d'une explosion sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés. Ils sont majorants et donc suffisants pour évaluer la gravité du scénario.

## B. Effets de surpression

Pour évaluer les effets de pression, nous avons utilisé la méthode multi-énergie, avec un indice de violence 4 : pour ne pas alourdir le texte ici, cette méthode est expliquée en annexe (pièce 8 du dossier).

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Elles sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol :

Seuil de surpression	Rayon de la zone concernée depuis le centre du post-digesteur
20 mbar	303 m
50 mbar	160 m
140 mbar (effet léthal)	51 m
200 mbar (effet domino)	Non atteint
300 mbar	Non atteint

**Tableau 3 : Calcul des zones impactées par différentes surpression pour le scénario n° 1**

Le seuil des effets dominos (200 mbar) ne sera pas atteint.

Le seuil des effets létaux (140 mbar) concerne un rayon de 51 m autour du centre du post-digesteur qui reste presque entièrement à l'intérieur du site LG2E, en dépassant légèrement sur la zone agricole voisine.

Les seuils de 20 et 50 mbar sortent des limites du site :

- La zone de 50 mbar (zone des dangers pour l'homme et dégâts légers sur les structures) impacte une partie des bâtiments d'élevage, ainsi que des zones agricoles ou boisées.
- La zone de 20 mbar qui limite la zone des effets indirects sur l'homme concerne essentiellement des secteurs agricoles ou boisés, 2 routes communales, la pépinière (ERP) et 3 habitations.



Ces zones sont illustrées sur la carte n° G-13, dans la partie 5 du dossier.

Le détail des méthodes de calcul est donné en annexe (pièce 8 du dossier).

## C. Cotation en probabilité

L'explosion du post-digesteur est un évènement rare, mais qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie. En conséquence, sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité que nous avons retenue est « C : Evènement improbable ».

## D. Cinétique de l'évènement

La cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant ainsi que celle d'atteinte de l'environnement est quasi-immédiate.

### E. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet pour l'explosion du post-digesteur est déterminé dans le tableau ci-après.

Suppression maximale	Description de la zone	Nombre de personnes exposées	Nombre total de personnes exposées
140 mbar Effet léthal	Parcelle agricole	< 1	< 20
50 mbar Bris de vitres 75 %	Parcelles agricoles, bois Elevage de porcs	< 1 1	
20 mbar Bris de vitres 25 %	Parcelles agricoles, bois Elevage de porcs ERP : pépinière (serres + parking) 3 habitations	< 1 1 10 6	

Moins de deux personnes sont susceptibles d'être présentes dans la zone des dangers significatifs pour l'homme. En tout, une vingtaine de personnes (hors employés LG2E) est susceptible d'être présente dans la zone des surpressions.

En conséquence, la gravité peut être qualifiée de niveau « D = sérieux ».

### F. Classement du scénario n° 1

En reprenant la grille de criticité, le scénario n°1 «Explosion VCE dans le post-digesteur» est classé en zone de risque intermédiaire nécessitant la mise en place de mesures de maîtres de risque :

Gravité	A (désastreux)					
	B (catastrophique)					
	C (important)					
	D (sérieux)			<b>Scénario 1</b>		
	E (modéré)					
		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

*Probabilité croissante de E vers A*

## 6.4 Modélisation du scénario n° 2 « VCE dans le local de cogénération »

### A. Données d'entrée et hypothèses

La formation de l'ATEX peut être liée à une fuite de biogaz à l'intérieur du local (fuite sur une canalisation, fuite sur le brûleur de la chaudière). Le volume de l'ATEX considéré correspond au volume du local (volume maximal). La ventilation du local n'est pas prise en compte.

Les dimensions du local de cogénération sont : 10 m de long, 7 m de large et 2,5 m de haut (volume : 175 m<sup>3</sup>). La résistance du local à l'explosion est considérée de l'ordre de 50 mbar. Toutes les parois peuvent donc être considérées comme soufflables.

Comme cela a pu être observé dans les modélisations réalisées dans le rapport de l'INERIS, l'explosion primaire dans le local suite à l'inflammation de l'ATEX à la stœchiométrie éjecte à l'extérieur la quasi-totalité du volume inflammable initial à travers les parois soufflées. Le

nuage inflammable éjecté est fortement turbulent sous l'impulsion de la surpression de l'explosion primaire : le local devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur qu'à l'intérieur du local de par l'explosion secondaire.

Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression est réalisée à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 6.

L'énergie de l'onde de choc est calculée à l'aide de la formule de Brode.

## B. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Elles sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol :

Seuil de surpression	Rayon de la zone concernée depuis le centre du post-digesteur
20 mbar	41 m
50 mbar	19 m
140 mbar (effet létal)	7 m
200 mbar (effet domino)	6 m
300 mbar	5 m

**Tableau 4 : Calcul des zones impactées par différentes surpression pour le scénario n° 2**

Le seuil des effets très graves sur les structures (300 mbar) dépasse légèrement l'emprise du local de cogénération, tout comme celui des effets dominos (200 mbar), qui atteint la fosse de stockage de 2000 m<sup>3</sup> : un effet domino pourra alors concerner cette fosse, avec endommagement de la cuve béton et – selon la gravité de l'atteinte – un déversement de digestats vers le bassin de confinement situé juste à côté.

La zone des effets létaux (140 mbar) restent très proche de l'emprise des deux zones précédentes, autour du local technique.

Les seuils de 20 et 50 mbar sortent très légèrement des limites du site LG2E : ils recoupent la parcelle en friche située à l'Ouest. Ce secteur est inaccessible.



Ces zones sont illustrées sur la carte n° G-14, dans la partie 5 du dossier.

## C. Cotation en probabilité

L'explosion du local est un événement rare, mais qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation ou dans d'autres installations utilisant des chaudières gaz d'après l'accidentologie. En conséquence, sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité que nous avons retenue est « C : Evènement improbable ».

## D. Cinétique de l'évènement

La cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant ainsi que celle d'atteinte de l'environnement est quasi-immédiate.

## E. Cotation en gravité

Les zones de dangers ne sont pas fréquentées par des personnes extérieures à l'établissement, mais les dégâts matériels internes seraient significatifs, ce qui nous amène à proposer un niveau de gravité « D = sérieux ».

## F. Classement du scénario n° 2

En reprenant la grille de criticité, le scénario n°2 «Explosion VCE dans le local de cogénération» est classé en zone de risque intermédiaire nécessitant la mise en place de mesures de maîtres de risque :

Gravité	A (désastreux)					
	B (catastrophique)					
	C (important)					
	D (sérieux)			<b>Scénario 2</b>		
	E (modéré)					
		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

*Probabilité croissante de E vers A*

## 6.5 Modélisation du scénario n°3 «Incendie du stockage de matières végétales»

### A. Données d'entrée et hypothèses

La modélisation des flux thermiques générés par un incendie est réalisée selon le modèle de la flamme solide<sup>6</sup>.

Nous avons choisi de modéliser un incendie de la zone de compostage, qui présente le plus grand stock. 32 m de long et 18 m de large soit 576 m<sup>2</sup>.

Les matières végétales sont assimilées à de la biomasse avec les caractéristiques suivantes :

- Vitesse de combustion : 0,0155 kg/(m<sup>2</sup>.s) ;
- Pouvoir calorifique inférieur : 15 MJ/kg.

Les paramètres de la flamme sont :

- Hauteur de flamme : 13,05 m,
- Pouvoir émissif de la flamme : 17,9 kW/m<sup>2</sup>.

### B. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du bord du stockage.

	Flux thermiques reçus par la cible		
	8 kW/m <sup>2</sup> (effet domino)	5 kW/m <sup>2</sup> (effet léthal)	3 kW/m <sup>2</sup>
Côté du foyer 32 m	2,5	8,5	15,0
Côté du foyer 18 m	2,0	6,5	11,5

**Tableau 5 : Calcul des zones impactées par différents flux thermiques**

<sup>6</sup> Cette méthodologie est présentée dans le document de l'INERIS « 2- Feux de nappe » ainsi que dans le « YellowBook » du TNO

Le seuil des effets domino avec dégâts graves sur les structures (8 kW/m<sup>2</sup>) reste très proche du hangar de compostage (2 m), mais concerne néanmoins le bout du bâtiment d'élevage situé juste à côté. Un effet domino n'est pas envisagé, étant donné qu'il s'agit du coin du bâtiment dans lequel il n'y a pas de stockage de matières combustibles.

Les zones associées à un effet léthal (5 kW/m<sup>2</sup>) et à des effets graves (3 kW/m<sup>2</sup>) concernent la plateforme de manœuvres situées devant le hangar de compostage et le stockage de digestats situé derrière le hangar. Elles recoupent également le bâtiment d'élevage ainsi que la parcelle en friche voisine.



Ces zones sont illustrées sur la carte n° G-15, dans la partie 5 du dossier.

### C. Cotation en probabilité

L'incendie d'une zone de stockage de matières végétales n'a pas été spécifiquement relevé dans l'accidentologie des installations de méthanisation mais ce type de stockage représente le risque d'incendie le plus important sur l'installation.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité proposée est C « Evènement improbable ».

### D. Cinétique de l'évènement

La cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant ainsi que celle d'atteinte de l'environnement est lente et permet la mise en œuvre de mesures de protection.

### E. Cotation en gravité

La zone concernée par les effets thermiques n'est en général pas fréquentée et la cinétique est lente, ce qui nous amène à proposer un niveau de gravité « E = modéré » :

Effet thermique maximal	Description de la zone	Nombre de personnes exposées	Nombre total de personnes exposées
8 kW/m <sup>2</sup>	Bout du bâtiment élevage	< 1	< 1
5 kW/m <sup>2</sup>	Bout du bâtiment élevage	< 1	
3 kW/m <sup>2</sup>	Bout du bâtiment élevage Parcelle en friche	< 1 0	

### F. Classement du scénario n° 3

En reprenant la grille de criticité, le scénario n°3 «Incendie d'un stock de matières végétales» est classé en zone de risque moindre :

Gravité	A (désastreux)					
	B (catastrophique)					
	C (important)					
	D (sérieux)					
	E (modéré)			<b>Scénario 3</b>		
		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

*Probabilité croissante de E vers A*

## 6.6 Bilan des cotations des accidents potentiels

Trois accidents avaient été identifiés comme majorants sur le site LG2E.  
Leur analyse détaillée permet de classer ces événements selon leur criticité :

- Risque élevé / situation non acceptable :                    aucun scénario
- Risque intermédiaire nécessitant des mesures :            scénarii n° 1 et 2 (explosions)
- Risque moindre / situation acceptable :                    scénario n° 3 (incendie)

Le chapitre suivant présente les mesures prévues par l'exploitant pour la maîtrise de ces risques.



## 7 MAITRISE DES RISQUES

### 7.1 Prévention et maîtrise des risques élevés

Non concerné : aucun scénario n'a été identifié comme un risque élevé.

### 7.2 Prévention et maîtrise des risques intermédiaires

#### 7.2.1 Etude du scénario n° 1 « explosion VCE dans le post-digesteur »

##### A. Barrières préventives spécifiques

Le risque de formation d'une zone ATEX est bien évidemment pris en compte dès la conception de l'installation. Les organes de sécurité et mesures spécifiques sont les suivantes :

Equipement	Organe et mesures de sécurité
Digesteur, post-digesteur	Soupape de sécurité munie d'un dispositif anti-gel Capteur de pression (haute et basse) Thermomètre Suivi automatisé du procédé de méthanisation Etanchéité des équipements Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Event d'explosion (enveloppe souple du gazomètre) Maintenance préventive des organes de sécurité Toute personne intervenant lors de la maintenance des cuves est munie de détecteur de méthane portatif avec une alarme.

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles générales du site, détaillés aux paragraphes 7.4 et suivants.

##### B. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°1 peut être réduite grâce à la mise en place de ces mesures de prévention, ce qui permet de rendre la situation acceptable :

Gravité	A (désastreux)					
	B (catastrophique)					
	C (important)					
	D (sérieux)		<b>Scénario 1</b> ← <b>Scénario 1</b>			
	E (modéré)					
		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

Probabilité croissante de E vers A

## 7.2.2 Etude du scénario n° 2 « explosion VCE dans le local de cogénération »

### A. Barrières préventives spécifiques

Le risque de formation d'une zone ATEX est bien évidemment pris en compte dès la conception de l'installation. Les organes de sécurité et mesures spécifiques sont les suivantes :

Equipement	Organe et mesures de sécurité
Local cogénération	Ventilation forcée Détecteur de CH4 Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère) Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local Vanne de fermeture de l'alimentation en biogaz
Canalisation de biogaz	Canalisations en PEHD hors zones de circulation des engins Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles générales du site, détaillés aux paragraphes 7.4 et suivants.

### B. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°2 peut être réduite grâce à la mise en place de ces mesures de prévention, ce qui permet de rendre la situation acceptable :

Gravité	A (désastreux)					
	B (catastrophique)					
	C (important)					
	<b>D (sérieux)</b>		<b>Scénario 2</b> ← Scénario 2			
	E (modéré)					
		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

Probabilité croissante de E vers A

## 7.3 Prévention et maîtrise des risques moindres

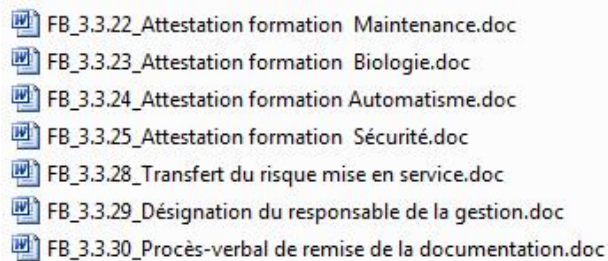
### 7.3.1 Etude du scénario n° 3 « incendie du stockage de matières végétales »

Pour prévenir le risque d'incendie dans la zone de compostage lié à une trop forte montée en température, l'exploitant met en œuvre un suivi par mesures régulières. En cas de problème la solution est de sortir le tas et de l'étaler sur la plate-forme de devant.

Pour prévenir un incendie dans la zone de stockage des autres déchets végétaux, ce sont les mesures organisationnelles générales du site qui s'appliquent : cf. paragraphes 7.4 et suivants.

## 7.4 Moyens organisationnels internes en général

- Le **site est clôturé** et fermé en dehors des heures de fonctionnement. Les personnes étrangères à l'établissement n'ont donc pas d'accès aux installations.
- Un **plan de maintenance préventive** a été élaboré avec l'aide de l'installateur BTS, afin de prévenir toute dégradation de matériel ou dérèglement des équipements. Ce plan est présenté dans l'étude d'impact du dossier.
- Seul le personnel formé par le fournisseur de l'unité de méthanisation est habilité à intervenir sur l'installation. La **formation** portera sur la sécurité en général et à la conduite des équipements. A l'issue de chaque formation, BTS remettra à chaque participant des attestations de formation selon les modèles présentés en annexe, partie 8 du dossier (uniquement sur la version du CD-rom) :



- La voie de circulation qui permet d'accéder à l'unité de méthanisation, mais aussi à la zone de compostage et aux bâtiments d'élevage du GAEC est conçue de façon à permettre l'évolution aisée des véhicules et à éviter tout croisement dangereux : voie à sens unique.
- Il est **interdit de fumer** sur le site et l'interdiction est affichée.
- Pour tous les travaux à points chauds, un permis de feu est obligatoire : un exemplaire est toujours disponible dans le local technique et devra être complété par l'exploitant et le prestataire avant toute intervention.
- Les zones ATEX sont signalées.
- Les autres équipements font également l'objet d'un contrôle annuel par des organismes compétences : installations électriques, torchère etc.



Affichages de sécurité déjà en place

## 7.5 Mesures spécifiques aux zones ATEX

Les zones ATEX sont signalées par un autocollant jaune (cf. photo précédent).

Le matériel installé dans les zones présentant un risque d'atmosphère explosive sera conforme aux dispositions de la Directive ATEX<sup>7</sup>, traduite en droit national par le décret 2015-799 du 1<sup>er</sup> juillet 2015 relatif aux produits et équipements à risques. Il s'agira d'appareils du groupe II de l'annexe I de la Directive, choisis selon l'une des trois catégories suivantes :

- en zone 0, le matériel doit être de catégorie 1 : non concerné chez LG2E
- en zone 1, le matériel doit être de catégorie 2 : intérieur du digesteur / post-digesteur et sortie des soupapes de sécurité,
- en zone 2, le matériel doit être de catégorie 3 : autres zones ATEX identifiées.

Conformément à l'article L557-30 du code de l'environnement, l'exploitant, avec l'aide du constructeur BTS, mettra en place un registre comportant les éléments relatifs à la fabrication et l'exploitation des matériels concernés.

## 7.6 Moyens de protection et d'intervention

### Alerte

En cas d'accident, l'alerte peut être donnée par appel téléphonique au 18 ou 112 :

- téléphone portable :
  - bonne couverture du secteur par le réseau de télécommunication sans fil,
  - utilisation interdite à l'intérieur du local du groupe de cogénération,
- téléphone fixe au niveau de la pépinière.

Ce sont les pompiers de Martel et / ou le SDIS de Souillac qui interviendraient sur site : le temps d'intervention est estimé à 20 minutes environ.

### Accessibilité du site

Le site est accessible depuis le portail situé au sud-ouest. Cette voie présente tous les caractéristiques nécessaires pour le passage des véhicules de secours : pas de limitation en hauteur, largeur minimale de 4 m.

En cas de nécessité, l'accès pourrait également se faire depuis le chemin rural situé au nord. Il s'agit d'un chemin en terre, praticable par des engins agricoles et donc suffisamment large pour le passage d'un véhicule de secours.

### Moyens de secours internes

Le calcul du volume d'eau d'extinction nécessaire pour la défense extérieure contre l'incendie se détermine selon le document technique D9 (Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau – Septembre 2001 – INESC, FFSA, CNPP).

Le débit requis est de 60 m<sup>3</sup>/h, soit 120 m<sup>3</sup> pour une intervention de 2 heures.

Ce débit d'eau peut être assuré par la **borne d'irrigation** implantée en limite nord-ouest du site LG2E. En effet, le SDIS nous a confirmé que toutes les bornes d'irrigation du département :

---

<sup>7</sup> Directive n° 2014/34/UE du 26/02/14 relative à l'harmonisation des législations des Etats membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles

- sont équipées d'un raccord compatible avec les engins de secours,
- agréées et connues par les services d'incendie pour une utilisation en cas d'un départ de feu.

*Nota : il est envisagé de déplacer cette borne courant 2016 à côté du portail d'entrée du site, ce qui rendra son utilisation encore plus facile en cas d'incendie.*

Des **extincteurs** sont présents sur l'installation pour éteindre un départ de feu. Ils sont positionnés aux endroits opportuns : à l'intérieur et à l'extérieur du local technique, au niveau de la plateforme centrale à proximité du stockage de matières végétales et dans le futur hangar d'hygiénisation.

Ils sont bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre et compatibles avec les produits manipulés ou stockés.

### Rétentions

Le site sera équipé au point bas du terrain de 2 bassins de rétention étanches de 2000 m<sup>3</sup> chacun : ce volume permettra de retenir la totalité des digestats contenus dans le post-digesteur en cas de fuite / d'explosion d'une cuve, ainsi que les eaux d'extinction en cas d'incendie.

## 8 CONCLUSION

Le site LG2E est implanté dans une zone agricole assez isolée avec un environnement peu sensible et une densité d'occupation très faible, permettant de limiter significativement la population potentiellement exposée en cas d'accident.

L'étude des dangers précédente a permis de montrer que le principal accident susceptible de concerner l'environnement du site est celui lié à l'explosion du post-digesteur (scénario n° 1). En effet, bien que la zone des effets létaux (rayon de 51 m) reste confinée à l'intérieur du site LG2E, les rayons des zones à surpression provoquant des bris de glace dépassent les limites du site (jusqu'à 303 m autour du post-digesteur) : 3 habitations sont situées à l'intérieur de ce rayon. Néanmoins, c'est un phénomène bien connue et maîtrisé dans les installations de méthanisation : les mesures de prévention permettent de rendre la criticité de cet événement acceptable et compatible avec le voisinage.

Une explosion dans le local de cogénération a également été étudiée, mais montre que les rayons des zones impactées seraient nettement plus réduits que pour le scénario n° 1 : la zone « bris de glace » est d'une quarantaine de mètres autour du local et ne concerne que des zones non fréquentées en dehors du site LG2E même.

Enfin, l'étude du scénario n° 3 concernant l'incendie de la plus grande masse de déchets végétaux combustibles présente sur site, à savoir dans la zone de compostage, montre également des effets thermiques limités dans l'espace, essentiellement concentrés sur le site LG2E : il n'y a pas de route, ni d'habitation ou d'ERP dans les zones de danger.

L'organisation générale qui sera mise en place en collaboration avec le constructeur pour la maîtrise et la prévention du risque est cohérente, et LG2E dispose de moyens efficaces d'intervention au regard des risques encourus.

En synthèse, les dangers associés au fonctionnement de cette installation de méthanisation sont largement acceptables et compatibles avec l'environnement.

## 9 RESUME NON TECHNIQUE

Le résumé non-technique de l'étude des dangers est donné dans le résumé global de notre étude, au début du dossier (pièce 1).

## 10 METHODOLOGIE GLOBALE

Pour réaliser cette étude des dangers, nous nous sommes appuyés sur :

- le retour d'expérience de l'exploitant LG2E,
- la bibliographie sur l'accidentologie bien documentée dans installations de méthanisation,
- l'expérience en la matière acquise par la société BTS Biogaz, concepteur et installateur de l'unité de méthanisation modifiée,
- sur les prescriptions réglementaires à respecter conformément à l'arrêté du 10 novembre 2009 relatif aux règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation,
- sur 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
- diverses études / guides de l'INERIS et de l'INRS cités au chapitre « bibliographie » suivant.

Ont collaboré à l'élaboration de la présente étude des dangers :

- EnviroC, dossier réglementaire unique,
- BTS Biogaz, concepteur et fournisseur de la partie nouvelle de l'unité de méthanisation,
- LG2E, exploitant.

☞ **A noter que cette partie n'aborde pas spécifiquement les risques sanitaires inhérents aux sous-produits d'origine animale : ces risques particuliers font l'objet d'une étude de dangers développée au chapitre 3 de la pièce 9 (agrément sanitaire). Pour éviter les redondances dans ce dossier unique, le lecteur est invité à s'y reporter.**

## 11 BIBLIOGRAPHIE

- **Etudes de l'INERIS :**
  - Etudes des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles, 01/2008 ;
  - Règles de sécurité des installations de méthanisation agricole, 05/2009 ;
  - Risques sanitaires et accidentels liés à la méthanisation, 05/10 2010 ;
  - Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitations, 02/2012.
- **Etude INRS :**
  - Méthanisation des déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire - Risques et prescriptions de sécurité, 2013