

2017

Méthanisation

« Bonnes pratiques de santé et de sécurité pour la conception et l'exploitation d'unités »



INERIS

ENGIE

En collaboration avec INERIS
DEVELOPPEMENT et l'INERIS

Traduit du document original en anglais :
Anaerobic digestion "Health and Safety
good practices for engineering and
operating plants"

Remerciements aux personnes ayant contribué à l'élaboration de ce guide :

- Comité de pilotage :
 - o ENGIE Lab CRIGEN : Olivier GUERRINI et Murès ZAREA
 - o Direction santé et sécurité d'ENGIE : Michel VEY, Thierry PLOUJOUX, Jérôme ORY et Pierre BAUMANN
 - o ENGIE Cofely : François JANTET
 - o INERIS Développement : Olivier SALVI et Pierre-Edouard FRECENON
 - o INERIS : Sébastien EVANNO

- Relecteurs :
 - o INERIS : Sébastien EVANNO
 - o Direction santé et sécurité d'ENGIE : Jérôme ORY et Thierry PLOUJOUX, et Peter SPALDING (révision)
 - o Association allemande du biogaz : Lucas WAGNER
 - o RIVM (Institut national néerlandais pour la santé publique et l'environnement) : Patrick HEEZEN
 - o EREP : Yves MEMBREZ
 - o Veolia Water Technologies : Alexandre RIDEL
 - o ENGIE Laborelec : Jan VAN DEN AUWEELE
 - o ADDBA (Anaerobic Digestion and Bioresources Association) : Jessica ALLAN (revue spécifique des réglementations du Royaume-Uni)

- Experts du Groupe de travail européen sur la sécurité et la réglementation du biogaz :
 - o ENGIE Lab CRIGEN : Olivier GUERRINI, Murès ZAREA, Hanitriniony RABETSIMAMANGA et Charlotte RICHARD
 - o INERIS Développement : Olivier SALVI, Pierre-Edouard FRECENON
 - o INERIS : Sébastien EVANNO
 - o ARISTOT : Christophe MANDEREAU
 - o ENGIE Laborelec : Jan VAN DEN AUWEELE
 - o EREP : Yves MEMBREZ
 - o European Biogas Association : Bruno DEREMINCE et Stefanie SCHEIDL
 - o Association allemande du biogaz : Lucas WAGNER
 - o Veolia Water Technologies : Alexandre RIDEL
 - o Association autrichienne du compost et du biogaz : Franz KIRCHMEYR
 - o EU-VRi : Bastien CAILLARD
 - o RIVM : Patrick HEEZEN
 - o Université de Bologne : Valerio COZZANI

Site Web des organismes impliqués dans l'élaboration du présent guide :

- ENGIE : <http://www.engie.com/>
- INERIS Développement : <http://www.ineris-developpement.eu/>
- INERIS : <http://www.ineris.fr/>
- European Biogas Association : <http://european-biogas.eu/>
- Association allemande du biogaz : <http://www.bioqas.org/>
- RIVM : <http://www.rivm.nl/en>
- EREP : <http://www.erep.ch>
- Veolia Water Technologies : <http://www.veoliawatertechnologies.com/en>
- ARISTOT : <http://www.aristot.fr/>
- Association autrichienne du compost et du biogaz : <http://www.kompost-bioqas.info/>
- EU-VRi : <http://www.eu-vri.eu/>
- Université de Bologne : <http://www.unibo.it/en>
- ADDBA (Anaerobic Digestion and Bioresources Association) : <http://adbioresources.org/>

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES.....	3
GLOSSAIRE	4
SYNTHÈSE.....	5
1. INTRODUCTION.....	6
1.1. POURQUOI AVOIR RÉALISÉ CE GUIDE ?.....	6
1.2. UN GUIDE À DESTINATION DES OPÉRATEURS, DES RESPONSABLES D'EXPLOITATION ET DES CHEFS DE PROJETS CONCEPTION	6
1.3. CHAMP D'APPLICATION DU GUIDE	6
2. PRINCIPES DE BASE DE LA MÉTHANISATION ET DU BIOGAZ	7
2.1. MÉTHANISATION.....	7
2.2. BIOGAZ	7
3. UNITÉ DE MÉTHANISATION TYPE POUR UN PROCÉDÉ DE MÉTHANISATION EN INFINIMENT MÉLANGÉ.....	8
4. LES DANGERS DANS LES UNITÉS DE MÉTHANISATION.....	9
4.1. DANGER MÉCANIQUE	9
4.2. DANGER DE GLISSADE/PERTE D'ÉQUILIBRE ET CHUTE	9
4.3. DANGER ÉLECTRIQUE	9
4.4. DANGER DE BRÛLURE	9
4.5. DANGER D'INCENDIE.....	9
4.6. DANGER LIÉ AUX VÉHICULES	11
4.7. GAZ INFLAMMABLE (EXPLOSION).....	11
4.8. SURPRESSION OU SOUS-PRESSION INTERNE	14
4.9. DANGERS POUR LA SANTÉ	14
4.9.1. DANGER DUE AUX GAZ TOXIQUES : SUBSTANCES DANGEREUSES	14
4.9.2. DANGER MICROBIOLOGIQUE.....	17
4.10. DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT	17
5. RISQUES ET MESURES PRÉVENTIVES À CHAQUE ÉTAPE DU PROCÉDÉ DE MÉTHANISATION... 18	18
5.1. APPROVISIONNEMENT EN INTRANTS.....	19
5.2. STOCKAGE DES INTRANTS.....	23
5.3. PRÉTRAITEMENT DES INTRANTS.....	27
5.4. ALIMENTATION DU DIGESTEUR.....	31
5.5. DIGESTEUR ET POST-DIGESTEUR INCLUANT UN TRAITEMENT DE DÉSULFURISATION ET UN STOCKAGE DE BIOGAZ	35
5.6. DIGESTEUR ET POST-DIGESTEUR INCLUANT UN TRAITEMENT DE DÉSULFURISATION ET UN STOCKAGE DE BIOGAZ.....	36
5.7. CANALISATIONS DE TRANSFERT DU BIOGAZ (Y COMPRIS LE CONDENSEUR)	43
5.8. ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ (ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE, SOUPAPES DE SÉCURITÉ, SYSTÈME D'INERTAGE, ETC.), DÉTECTEURS DE GAZ ET TORCHÈRE	47
5.9. VALORISATION DU BIOGAZ (COGÉNÉRATION ET ÉPURATION POUR INJECTION DANS LE RÉSEAU DE GAZ NATUREL OU POUR UTILISATION DANS LE TRANSPORT)	54
5.10. TRAITEMENT, STOCKAGE ET ENLÈVEMENT DU DIGESTAT.....	59
CONCLUSION.....	64
RÉFÉRENCES	65
ANNEXES.....	67
I. RÉGLEMENTATIONS EUROPÉENNES ATEX	68
II. DIRECTIVE MACHINES (2006/42/CE)	69
III. ÉLÉMENTS IMPORTANTS POUR LA SÉCURITÉ - EIPS.....	70
IV. TRAVAUX PAR POINT CHAUD.....	71
V. LISTE DE CONTRÔLE POUR FACILITER LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION.....	74
VI. RÉGLEMENTATIONS SPÉCIFIQUES AUX PAYS VISÉS ET REX	75
VII. MAÎTRISE DES ODEURS SUR UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION	83
VIII. MAÎTRISE DU BRUIT SUR UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION	84

Glossaire

CH₄ : méthane

CO₂ : dioxyde de carbone

p. ex. : par exemple

GES : Gaz à Effet de Serre

PRG : Potentiel de Réchauffement Global

H₂: dihydrogène, couramment appelé hydrogène

H₂S : sulfure d'hydrogène

HSE : Santé, Sécurité et Environnement

kWe : kilowatt-électrique

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

N.B. : Nota Bene

NH₃ : ammoniac

O₂ : dioxygène, couramment appelé oxygène

PE-HD : PolyÉthylène haute densité

pH : potentiel hydrogène

ppm : parties par million

REX : Retour d'EXpérience

COV : Composé Organique Volatil

°C : degré Celsius

Synthèse

La santé et la sécurité dans les unités de méthanisation constituent l'un des points clés d'un développement réussi de l'activité méthanisation d'ENGIE sur le long terme. Ce guide traite principalement du procédé de méthanisation en infiniment mélangé, qui est le plus répandu à l'heure actuelle.

Ce guide a été élaboré en collaboration avec INERIS Développement et l'INERIS. De plus, d'autres spécialistes de divers pays européens ont été rassemblés afin de partager leur expertise.

Les connaissances disponibles sur les règles de santé et sécurité ont été rassemblées afin de donner des informations indispensables et fiables aux chefs de projets et aux exploitants. L'objectif est de mettre en œuvre une exploitation sûre des unités de méthanisation par les équipes d'ENGIE ou leurs partenaires.

Ce guide englobe toutes les étapes du procédé de méthanisation, depuis l'approvisionnement en intrants jusqu'à la valorisation du biogaz et l'enlèvement du digestat. Pour chaque bloc technique, le guide présente des recommandations pour la conception/construction, et pour l'exploitation/maintenance. Les annexes sont consacrées à des points spécifiques, tels que les réglementations des pays visés présentés ci-après.



N.B. : le guide peut être utilisé dans tous les pays

RÈGLES D'OR EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ

- ✓ Une analyse des risques spécifique pour la santé et la sécurité doit être réalisée pour chaque unité.
- ✓ Les matériaux de construction doivent être choisis en fonction des conditions d'exploitation (substances chimiques, UV, chaleur, pression, résistance au feu et étanchéité aux gaz).
- ✓ Des systèmes d'alarme et de détection incendie doivent être installés dans les zones dangereuses, avec des équipements adaptés à la lutte contre l'incendie.
- ✓ Les zones ATEX doivent être définies et dûment marquées.
- ✓ Les équipements, électriques et autres, doivent être adaptés à la zone ATEX.
- ✓ Des détecteurs de gaz doivent être installés dans les zones dangereuses. Il convient d'accorder une attention particulière aux endroits où du sulfure d'hydrogène pourrait être présent.
- ✓ La ventilation (naturelle ou mécanique) doit être adaptée à la zone dangereuse.
- ✓ Il faut éviter d'installer des canalisations de biogaz brut dans les espaces confinés, sinon la ventilation doit être suffisamment efficace pour éviter l'accumulation de H₂S, CO₂ et CH₄ en cas de fuite.
- ✓ Tous les équipements de stockage du biogaz (digesteur, post-digesteur, systèmes supplémentaires de stockage de gaz, etc.) doivent être équipés de soupapes de sécurité et connectés à la torchère.
- ✓ Les équipements (ATEX, Machines, ...) soumis à déclaration de conformité UE doivent être identifiés.
- ✓ Avant la mise en service, la totalité de l'unité de méthanisation doit être contrôlée. Toutes les procédures d'intervention et de maintenance doivent avoir été établies, de même que celles qui concernent le démarrage et l'arrêt de tous les équipements. Il doit également exister un plan d'urgence.
- ✓ Les opérateurs doivent être formés, de même que tout le personnel des entreprises extérieures intervenant sur l'unité de méthanisation.
- ✓ Une inspection visuelle quotidienne de l'unité doit être organisée.
- ✓ La qualité des intrants doit être contrôlée pour éviter tout incident ou accident du procédé.
- ✓ Il faut contrôler chaque jour le système de désulfuration par injection d'air (débit d'air et efficacité).
- ✓ Le plan de maintenance des installations, y compris les contrôles et les inspections d'experts externes, doivent être établis et mis en œuvre conformément aux recommandations du fabricant.
- ✓ Il convient de porter une attention particulière à la maintenance des équipements certifiés ATEX (électriques et non électriques) : cette maintenance doit être effectuée par un personnel qualifié pour garantir que le matériel conserve ses caractéristiques ATEX.
- ✓ Les opérateurs doivent être équipés de détecteurs de gaz portatifs, en fonction des risques potentiels des interventions.
- ✓ Les opérateurs doivent être équipés d'équipements de protection individuelle adaptés.

Ce guide constitue une première étape. Il sera régulièrement mis à jour et amélioré grâce aux retours des collaborateurs du groupe ENGIE et de ses partenaires.

1. Introduction

1.1. Pourquoi avoir réalisé ce guide ?

ENGIE a pour objectif de devenir un leader de la transition énergétique et développe actuellement ses activités dans le domaine des énergies renouvelables. Pour atteindre cet objectif, le groupe ENGIE augmente son activité dans la production de gaz vert en concevant et en exploitant des unités de méthanisation pour la production d'électricité/chaleur verte ou de biométhane.

La santé et la sécurité dans les unités de méthanisation constituent l'un des paramètres clés d'un développement réussi de cette activité pour le Groupe sur le long terme. Le Métier Chaîne du Gaz a demandé à ENGIE Lab de développer un guide interne dédié aux équipes opérationnelles et consacré aux bonnes pratiques liées à la méthanisation, afin de consolider sa croissance dans ce domaine.

1.2. Un guide à destination des opérateurs, des responsables d'exploitation et des chefs de projets conception

Ce guide a été développé pour rassembler toutes les connaissances disponibles à l'heure actuelle sur les règles de santé et de sécurité dans les unités de méthanisation. Il est destiné aux chefs de projets et aux exploitants des unités de méthanisation. L'objectif est de fournir des informations indispensables et fiables pour garantir une exploitation en toute sécurité des unités de méthanisation par les équipes d'ENGIE ou leurs partenaires. Les exploitants doivent garantir l'application des bonnes pratiques. Il est nécessaire de former les équipes responsables de l'unité ; ce guide a pour but de constituer un support de base pour cette formation.

Ce guide se focalise sur :

- la spécification des exigences minimales de prévention des divers risques conformément aux réglementations existantes ;
- la présentation de conseils pratiques, utiles à la gestion et au suivi d'une unité de méthanisation ;
- l'énumération des principales mesures de sécurité et opérations de contrôle qui doivent être mises en place dès le démarrage de l'unité de méthanisation.

1.3. Champ d'application du guide

ENGIE peut exploiter un large éventail de types d'unités de méthanisation : agricoles (au moins 50 % des intrants proviennent d'exploitations agricoles), centralisées (grande variété d'intrants sur un même territoire) et industrielles (industrie du papier, industries alimentaires, etc.). Pour le moment, le procédé le plus répandu est la méthanisation en infiniment mélangé (procédé humide). Le présent guide se focalise donc sur ce procédé. Un autre type de procédé est actuellement en développement : la « méthanisation sèche discontinue de type garage ». Pour ce type de procédé, le chargement et le déchargement des digesteurs sont des étapes très importantes ; ce point est pris en compte dans le présent guide. Les installations traitant exclusivement des boues issues d'usine de traitement des eaux usées ou des déchets ménagers ne sont pas prises en compte dans le présent guide, ni les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Ce guide englobe toutes les étapes des procédés de méthanisation, depuis l'approvisionnement en intrants jusqu'à la valorisation du biogaz et l'enlèvement du digestat, et contient des recommandations générales sur les phases du cycle de vie de l'unité, c'est-à-dire la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part. En ce qui concerne la valorisation du biogaz, les unités de cogénération et les systèmes d'épuration pour l'injection dans le réseau de gaz naturel ou pour le transport sont abordés dans le présent guide.

Ce guide a pour objectif de donner des recommandations et des spécifications d'ordre général vis-à-vis des réglementations locales (résumées en annexe, voir page 75), et non de répondre à tous les cas particuliers susceptibles d'être rencontrés dans les diverses unités de méthanisation.

Les principaux pays ciblés par ce guide sont les suivants :

- France
- Royaume-Uni
- Pays-Bas
- Belgique
- Allemagne
- Suisse
- Autriche

Il est important de noter que le guide peut être utilisé dans d'autres pays, mais qu'il ne contient pas de fiches de données spécifiques aux réglementations locales relatives aux unités de méthanisation.

2. Principes de base de la méthanisation et du biogaz

2.1. Méthanisation

La méthanisation entraîne la transformation des matières organiques en biogaz (principalement composé de méthane et de dioxyde de carbone) et en digestat (résidu solide) par le biais d'un écosystème microbien complexe fonctionnant sans oxygène (anaérobiose).

Un large éventail de matières organiques peut être valorisé dans un procédé de méthanisation : fumier, déchets alimentaires, résidus de cultures, etc. Notez que les déchets fibreux tels que le bois ne doivent pas être ajoutés à une unité de méthanisation : ils ne seront pas dégradés dans le procédé et peuvent entraîner des dysfonctionnements (il convient de signaler que dans le cas de la méthanisation par voie sèche de type garage, le bois ne constitue pas un tel problème et peut même être utilisé comme matériau structurant pour faciliter la percolation).

2.2. Biogaz

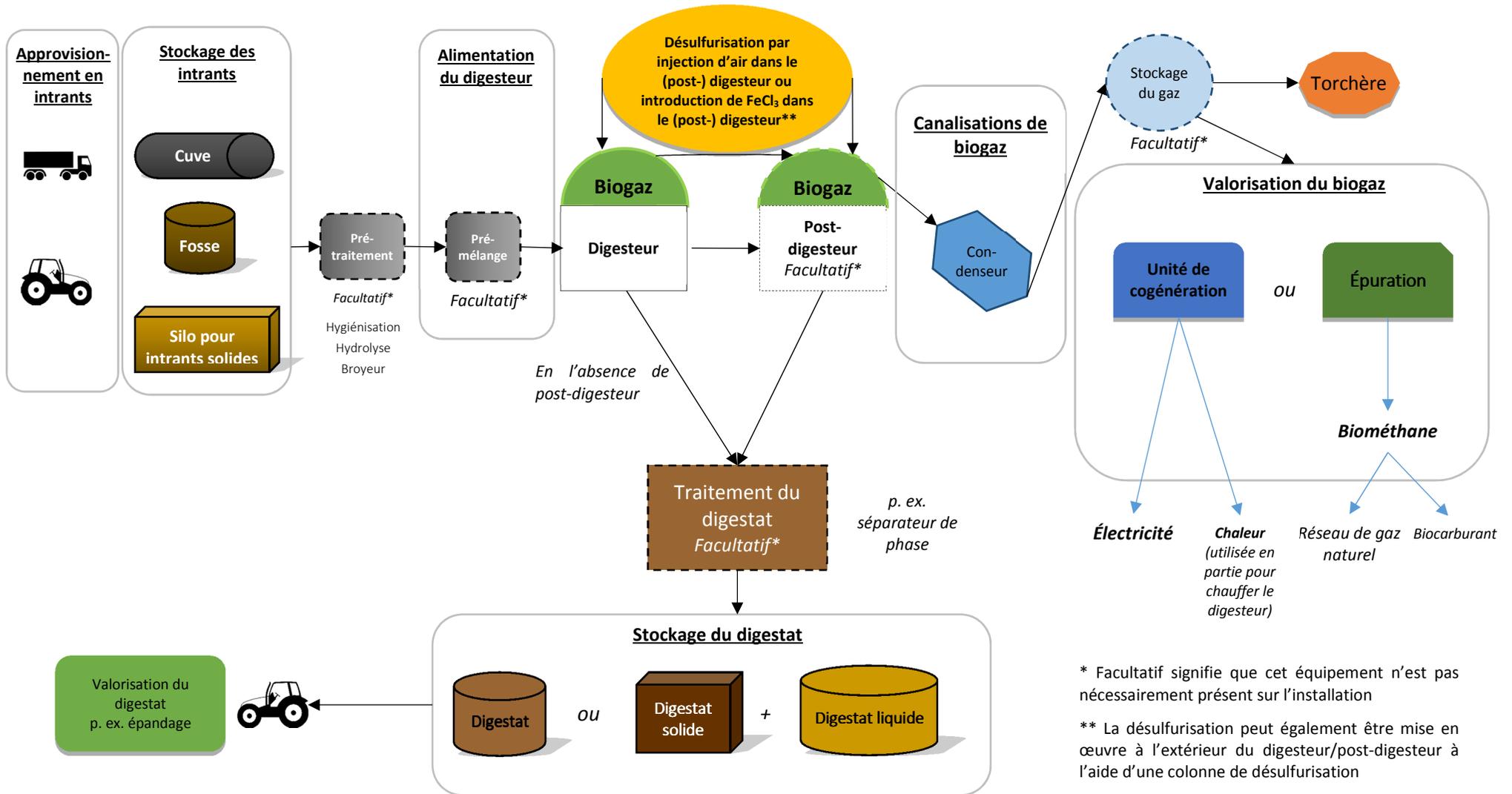
La composition du biogaz change en fonction des intrants et des conditions opératoires. Le tableau ci-dessous présente les principaux composants du biogaz brut, c'est-à-dire sans aucun traitement.

Tableau 1 – Principaux composants du biogaz brut, adapté de (INERIS, 2009)

Dénomination courante	Formule chimique	Proportion dans le biogaz
Méthane	CH₄	50 à 75 % en volume
Dioxyde de carbone	CO₂	25 à 45 % en volume
Hydrogène	H ₂	< 1 % en volume
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	Jusqu'à 10 000 ppm
Ammoniac	NH ₃	< 100 ppm
Azote	N ₂	< 2 % en volume
Monoxyde de carbone	CO	< 100 ppm
Oxygène	O ₂	< 2 % en volume
Composés organiques volatils	COV	< 1 % en volume
Eau	H ₂ O	Saturation (dépend de la température)

Il convient de noter que le méthane (CH₄) est un gaz à effet de serre avec un Potentiel de Réchauffement Global (PRG) 23 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO₂). Les émissions de méthane doivent donc être limitées autant que possible (<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/comprendre-le-climat-mondial/leffet-de-serre-et-autres-mecanismes>).

3. Unité de méthanisation type pour un procédé de méthanisation en infiniment mélangé



* Facultatif signifie que cet équipement n'est pas nécessairement présent sur l'installation

** La désulfuration peut également être mise en œuvre à l'extérieur du digesteur/post-digester à l'aide d'une colonne de désulfuration

4. Les dangers dans les unités de méthanisation

4.1. Danger mécanique



Le danger mécanique fait référence aux pièces en mouvement des machines. Il convient de noter que la présence de corps étrangers dans les intrants solides (matériaux de construction, pierres, etc.) peut entraîner des colmatages à divers niveaux (pompes, canalisations), voire la rupture des matériels (éléments rotatifs, déchiqueteuses, etc.), et ainsi, des opérations de maintenance supplémentaires augmentant les risques.

4.2. Danger de glissade/perte d'équilibre et chute



Ce risque concerne la chute dans des fosses ou à partir de bâtiments et d'échelles, la chute de hauteur sur des grilles ou les glissades sur des sols recouverts de déchets solides, visqueux ou liquides.

4.3. Danger électrique



Le danger électrique est le contact, direct ou non, avec un conducteur exposé sous tension, le risque de court-circuit ou les arcs électriques. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, les incendies, les explosions, etc.

4.4. Danger de brûlure



Ce risque concerne les surfaces chaudes présentes dans les unités de méthanisation. Les surfaces peuvent inclure les canalisations du système de chauffage du digesteur ou le système de récupération de chaleur depuis l'unité de cogénération, entre autres.

4.5. Danger d'incendie



Un incendie émet de grandes quantités de chaleur, de fumées et de gaz. Un incendie démarre lorsque trois éléments sont réunis :

- un combustible, c'est-à-dire une matière pouvant être consommée (intrants, bois, matériau de construction combustible, filtres à charbon actif, gaz, etc.),
- un comburant qui, en se combinant avec le combustible, permet la combustion (air [21 % d'oxygène], etc.),
- une source d'inflammation qui va déclencher la réaction de combustion (électricité, flamme nue, cigarettes, surface chaude, étincelle d'un dispositif mécanique, etc.).

INCENDIE DE FILTRE À CHARBON ACTIF

(source : ATEE Club Biogaz)

CAUSE : négligence des recommandations du fournisseur

FACTEUR AGGRAVANT : bois comme matériau de construction

CONSÉQUENCES : incendie entraînant des dégâts matériels et arrêt de la production de biogaz pendant plusieurs mois



Filtre à charbon actif intact avant sa combustion



Destruction du filtre et flammes dans son résidu

Le filtre à charbon actif a été laissé ouvert et en contact avec l'atmosphère pendant la maintenance. Le visionnage de la vidéosurveillance a mis en évidence des poussières et débris de charbon actif s'échappant dans l'atmosphère avant leur inflammation. Ceci a été suivi d'un incendie qui s'est répandu au bâtiment de l'unité de cogénération. La partie supérieure du bâtiment de l'unité de cogénération était fabriquée en bois, ce qui a favorisé la propagation de l'incendie. La catastrophe s'est produite en l'absence du personnel. L'incendie a sévèrement endommagé la salle des machines et des armoires de contrôle. La production de biogaz a été interrompue pendant plusieurs mois.

Les informations de sécurité du fabricant sur le filtre à charbon actif indiquent un risque de combustion dans deux cas :

- Si le filtre à charbon actif est laissé ouvert et en contact avec l'atmosphère
 - Si la température du filtre augmente, il est nécessaire de l'humidifier pour le refroidir
- **Le fournisseur doit connaître les risques spécifiques liés à ses produits et fournir les documents correspondants. Les opérateurs/sous-traitants doivent consulter la documentation pour prendre connaissance des risques.**
- **L'utilisation de matériaux combustibles doit être évitée dans la construction d'unités de méthanisation.**

4.6. Danger lié aux véhicules



Ce risque concerne les véhicules se déplaçant sur l'installation pour l'approvisionnement et la manipulation des intrants, ou encore l'enlèvement du digestat.

4.7. Gaz inflammable (explosion)

4.7.1. Caractéristiques d'inflammation et d'explosion du méthane et du biogaz

Pour qu'une explosion se produise, les conditions suivantes doivent être réunies simultanément (voir Image 1) :

- Présence d'un gaz inflammable : biogaz (mélange CH_4/CO_2)
- Concentration de biogaz dans l'air dans ses Limites Inférieure et Supérieure d'Explosivité (LIE - LSE – voir Tableau 2)
- Présence d'un comburant : oxygène atmosphérique (21 % de O_2 dans l'air)
- Présence d'une source d'inflammation (cigarettes, point chaud, équipement électrique et non électrique, électricité statique, étincelles, flamme nue, etc.)
- Présence d'un confinement ou d'un encombrement :
 - o Le confinement désigne une zone confinée (par exemple le container pour l'unité de cogénération)
 - o L'encombrement correspond à une zone qui ne permet pas la circulation de l'air et une explosion peut donc se produire même en extérieur

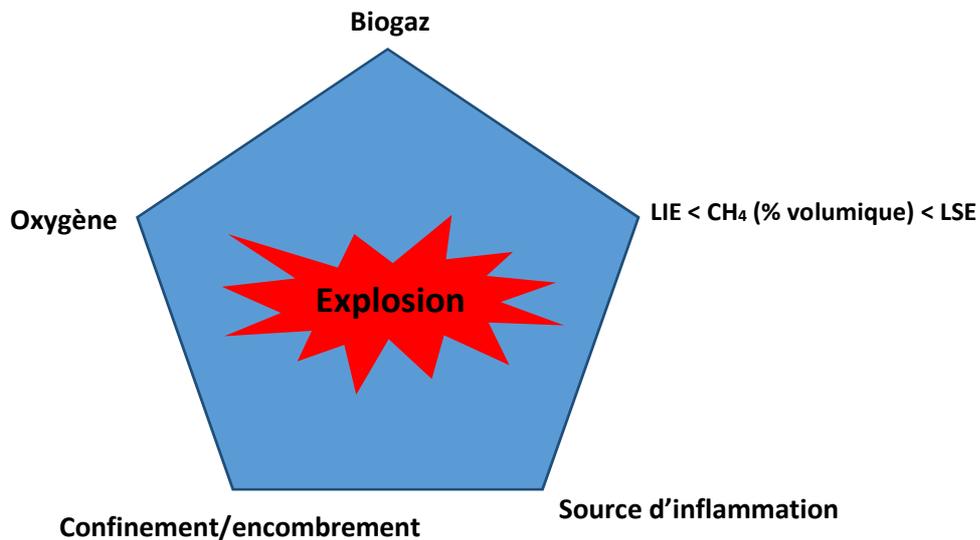


Image 1 – Pentagone d'explosion pour le biogaz

Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) – Limite Supérieure d'Explosivité (LSE) :

Tableau 2 – Limites d'explosivité pour 4 compositions différentes de biogaz (INERIS, 2008)

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

La présence de CO₂ réduit la réactivité du méthane. La vapeur d'eau a le même effet.

4.7.2. Évaluation des risques et classification des zones dangereuses dues au gaz inflammable et aux poussières solides combustibles

Les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter à des fréquences et des durées susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs doivent être signalés par des panneaux au niveau de leurs accès respectifs conformément à l'annexe III de la directive ATEX 1999/92/CE.

Caractéristiques distinctives (voir ci-dessous) :

- forme triangulaire ;
- lettres noires sur fond jaune, bordure noire (le jaune doit recouvrir au moins 50 % de la surface du panneau).



Atmosphère
explosive

De plus, d'autres panneaux peuvent être ajoutés (voir ci-après).

Accès interdit aux
personnes non autorisées



Flamme nue
interdite



Interdiction de
fumer



Image 2 – Signalisation ATEX supplémentaire (EN ISO 7010 pour les panneaux de sécurité)

Pour éviter les sources d'inflammation liées aux équipements électriques et non électriques, il convient de se référer aux nouvelles normes internationales suivantes :

- CEI 60079 pour les atmosphères explosives (gaz et poussières) : type de protection pour les équipements électriques dans des emplacements dangereux ATEX.
- ISO 80079-36-37 (ex-EN 13463) pour les atmosphères explosives (gaz et poussières) : type de protection pour les équipements non électriques dans des emplacements dangereux ATEX.

Les emplacements dangereux sont classés en zones en fonction de la fréquence et de la durée de la présence d'une atmosphère explosive (voir Tableau 3) conformément à :

- **Directive européenne ATEX 1999/92/CE** – Annexe I (plus de détails sur la directive européenne ATEX 1999/92/CE en section Réglementations européennes ATEX p68).
- **CEI EN 60079-10-1 : 2015** Norme | Atmosphères explosives - Partie **10-1** : Classement des emplacements - Atmosphères explosives gazeuses.
- **CEI EN 60079-10-2 : 2015** Norme | Atmosphères explosives - Partie **10-2** : Classement des emplacements - Atmosphères explosives poussiéreuses.

Tableau 3 – Classification des emplacements dangereux ATEX

ATEX	Zone gaz/vapeurs	Zone poussières
Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard ou sous la forme de nuage de poussières combustibles dans l'air est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment	0	20
Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard ou sous la forme d'un nuage de poussières combustibles dans l'air est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal	1	21
Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard ou sous la forme d'un nuage de poussières combustibles dans l'air n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, elle n'est que de courte durée	2	22

Les réglementations (directive ATEX 2014/34/UE) définissent le type d'équipements pouvant être utilisés conformément à la classification ATEX des emplacements dangereux (voir Tableau 4). La directive européenne ATEX 2014/34/UE est détaillée en section « Réglementations européennes ATEX » p68.

Tableau 4 – Exemples de catégories d'équipements en fonction de la zone ATEX

N.B. : il existe d'autres catégories (groupe de gaz, groupe de température, etc.).

Zone	Catégorie d'équipement	Exemple d'étiquetage réglementaire
0	Catégorie 1	CE  II 1G
1	Catégorie 2	CE  II 2G (ou 1G)
2	Catégorie 3	CE  II 3G (ou 1G ou 2G)
20	Catégorie 1	CE  II 1D
21	Catégorie 2	CE  II 2D (ou 1D)
22	Catégorie 3	CE  II 3D (ou 1D ou 2D)

 : représente la confirmation visible du fabricant que son produit est conforme à la législation européenne

 : marquage spécifique à la protection contre les explosions

II : groupe d'équipements (industries de surface)

1G : catégorie 1 pour gaz, 2G : catégorie 2 pour gaz, 3G : catégorie 3 pour gaz

1D : catégorie 1 pour poussières, 2D : catégorie 2 pour poussières, 3D : catégorie 3 pour poussières

Des informations supplémentaires sont disponibles à l'adresse suivante (poster de l'INERIS en français) :

<http://www.ineris.fr/centredoc/poster-atex-23-02-2016-corrige-nvelle-directive-1456393199.pdf>

Maintenance spécifique des équipements ATEX

Il convient de porter une attention particulière à la maintenance des équipements certifiés ATEX. Cette maintenance doit être effectuée par un personnel qualifié pour garantir que le matériel conserve ses caractéristiques ATEX. Toute modification d'un équipement ATEX doit être validée par un organisme notifié pour garantir que cet équipement conserve ses caractéristiques ATEX, qui sont susceptibles d'être altérées pendant la modification.

4.8. Surpression ou sous-pression interne

Des surpressions et des sous-pressions peuvent survenir dans les digesteurs, les post-digesteurs et les systèmes de stockage de gaz supplémentaires (par exemple, à la suite d'un dysfonctionnement des soupapes). Une surpression peut entraîner un rejet de biogaz dans l'atmosphère (risques d'intoxication et création d'une atmosphère explosive) et, dans le pire scénario, une explosion des équipements susmentionnés. Une sous-pression peut entraîner une pénétration d'air dans cet équipement, créant ainsi une atmosphère explosive.

Les équipements doivent être configurés de sorte à empêcher toute surpression ou sous-pression dans les digesteurs, les post-digesteurs et les systèmes de stockage de gaz supplémentaires (voir p. 49).

4.9. Dangers pour la santé

4.9.1. Danger due aux gaz toxiques : substances dangereuses

Dans les unités de méthanisation, du fait de la composition du biogaz (voir p. 7), le personnel peut être exposé à des gaz dangereux (H_2S , NH_3 et CO_2) pouvant entraîner intoxication ou anoxie dans les zones confinées. Pour prévenir ce risque, des détecteurs de gaz doivent être installés dans les zones confinées et semi-confinées, et les opérateurs doivent porter un détecteur de gaz portatif (voir p. 49).



4.9.1.1. Intoxication à H_2S

Le sulfure d'hydrogène (H_2S) est un gaz fortement toxique (voir Tableau 5) : il est rapidement absorbé par les poumons et peut être fatal par inhibition de l'utilisation d'oxygène par les tissus. La mort résulte souvent d'un arrêt respiratoire. H_2S est incolore et a une odeur d'œuf pourri. Il est particulièrement dangereux car il anesthésie l'odorat au-dessus de 100 ppm ; les opérateurs ne sont donc pas conscients du danger.

La directive 2009/161/CE donne une valeur limite d'exposition professionnelle et une limite d'exposition à court terme (les valeurs peuvent être inférieures dans certains pays européens – voir les mesures de transposition nationales) :

- valeur limite d'exposition professionnelle (8 heures) : 5 ppm ;
- limite d'exposition à court terme (15 min) : 10 ppm.

Le tableau ci-après présente les effets de H₂S pour les êtres humains :

Tableau 5 – Récapitulatif des effets de H₂S sur les êtres humains (INERIS, 2010)

Concentration (ppm)	Symptôme
0,002 – 0,1	Seuil olfactif
10	Seuil de tolérance pour une exposition prolongée
70 - 150	Symptômes légers après plusieurs heures d'exposition
100	Seuil pour l'anesthésie de l'odorat
170 - 300	Concentration maximale pour une exposition de 1 heure sans effets toxiques sévères
400 - 700	Dangereux pour 30 à 60 minutes d'exposition
> 700	Fatal en 30 minutes

ACCIDENT D'INTOXICATION À H₂S

Allemagne, 2005

CAUSE : mélange d'intrants incompatibles dans un réservoir ouvert

FACTEUR AGGRAVANT : hall fermé

CONSÉQUENCES : 4 morts

Un jour avant l'accident, des déchets de laiterie et des déchets animaux ont été livrés à l'unité de méthanisation et stockés dans un réservoir de mélange de 100 m³. La valeur de pH était très faible du fait d'un début d'hydrolyse.

Le jour de l'accident, des déchets de carcasses de porc ont été livrés (60 °C, sulfure, valeur de pH 8,5).

Les composants susmentionnés ont été mélangés dans le réservoir de mélange.

→ Une réaction chimique a dégagé un nuage de gaz de H₂S extrêmement concentré

Le réservoir de mélange étant ouvert avec un mélangeur intégré, le gaz mortel a pu se répandre dans le hall fermé.

Quantité estimée de H₂S : 10 000 ppm → mort immédiate (voir p. 14 – intoxication à H₂S)

3 mesures préventives pour éviter ce type d'accident : ne pas mélanger les intrants si aucune donnée n'est disponible quant à leur compatibilité, le réservoir de mélange doit être fermé et doté d'une évacuation de gaz et un détecteur de gaz doit être installé, et les opérateurs doivent porter un détecteur de gaz portatif dans les zones dangereuses (voir p. 53).



4.9.1.2. Intoxication à NH₃

L'ammoniac (NH₃) est un gaz toxique à l'odeur âcre. Il provoque une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires. Le seuil olfactif est compris entre 5 et 50 ppm.

La concentration de NH₃ dans le biogaz n'est pas suffisante pour entraîner des effets létaux mais doit être surveillée pour éviter les effets chroniques à long terme. La directive 2000/39/CE donne une valeur limite d'exposition professionnelle et une limite d'exposition à court terme (les valeurs peuvent être inférieures dans les pays européens – voir les mesures de transposition nationales) :

- valeur limite d'exposition professionnelle (8 heures) : 20 ppm ;
- limite d'exposition à court terme (15 min) : 50 ppm.

Il est important de noter que certains intrants tels que les effluents d'élevage (solide ou liquide) peuvent libérer de l'ammoniac pendant le stockage. C'est également le cas pour le digestat. Des mesures préventives doivent être mises en place après une analyse spécifique des risques pour gérer les risques encourus par les opérateurs (ventilation, détecteurs de gaz fixes et portatifs, etc.).

4.9.1.3. Intoxication au CO₂

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un gaz inodore et l'inhalation de ce gaz en grande quantité peut entraîner la mort (voir Tableau 6).

Tableau 6 – Effets toxiques selon la teneur en CO₂ de l'air (INRS, 1999)

Teneur en CO ₂ dans l'air (% volumique)	Symptôme
> 7 %	Effets légers non spécifiques : céphalées, sentiment de fatigue intense, vertiges, etc.
> 15 %	Perte de connaissance
> 20 %	Contractions musculaires involontaires, apnée
> 30-40 %	Mort

La directive 2006/15/CE donne la valeur limite d'exposition professionnelle : 5 000 ppm (la valeur peut être inférieure dans certains pays européens, voir les mesures de transposition nationales). Il n'y a pas de valeur limite d'exposition à court terme. À titre indicatif, il est possible d'utiliser une valeur de 10 000 ppm.

4.9.1.4. Anoxie

L'anoxie est due à une diminution de la teneur en oxygène dans l'air, entraînant une diminution de l'apport d'oxygène aux organes et aux tissus. Les symptômes vont de la perte de connaissance au coma, avec des séquelles potentiellement irréversibles, voire la mort. Un rejet significatif de gaz dans une zone confinée entraîne le remplacement de l'air, et donc de l'oxygène. La teneur minimale en oxygène recommandée sur le lieu de travail est de 19 % (teneur en oxygène dans l'air : 21 %).

Le biogaz étant essentiellement composé de CH₄ et de CO₂, sa propagation dans une zone confinée, en quantité suffisante, peut entraîner une anoxie.

Tableau 7 – Effets toxiques selon la teneur en O₂ de l'air (INRS, 2014)

Teneur en O ₂ dans l'air (% volumique)	Symptôme
17 %	Apparition des premiers symptômes : céphalées, perte de mémoire, stupeur, perte de coordination, etc.
≤ 12 %	Perte de connaissance
≤ 6 %	Arrêt cardiorespiratoire, mort

4.9.2. Danger microbiologique



Les intrants et les digestats contiennent des micro-organismes tels que des bactéries, virus, parasites et champignons qui peuvent présenter un risque pour la santé. Ils peuvent entraîner : des infections, des allergies ou des intoxications (via toxines).

Les sous-produits animaux sont classés en 3 catégories (règlement (CE) n° 1069/2009). Les sous-produits de catégorie 1 ne peuvent pas être traités dans une unité de méthanisation du fait du risque sanitaire. Les sous-produits de catégorie 2 et 3 peuvent être traités dans une unité de méthanisation avec une hygiénisation séparée (règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission) :

- Catégorie 2 : stérilisation sous pression (particules de granulométrie maximale 50 mm, au moins 133 °C pendant au moins 20 minutes à une pression de vapeur absolue d'au moins 3 bar)
- Catégorie 3 : pasteurisation (particules de granulométrie maximale 12 mm, 70 °C pendant une heure)

Des dérogations peuvent être accordées si l'autorité compétente n'estime pas que les sous-produits animaux présentent un risque de transmission d'une maladie transmissible à l'homme ou aux animaux (p. ex., le fumier, classé en catégorie 2, peut être introduit dans le digesteur sans hygiénisation). Il doit également être noté que la méthanisation thermophile peut avoir les mêmes effets que la pasteurisation si le temps de rétention est suffisamment long.

De tels composants doivent être manipulés avec soin pour éviter les projections et la diffusion des aérosols. Certaines précautions doivent également être prises pendant le nettoyage des cuves, des fosses, des canalisations, etc. dans la mesure où des micro-organismes peuvent être présents à l'intérieur de ceux-ci et être libérés pendant l'intervention. Les EPI correspondants doivent être portés, le cas échéant.

Il convient également de noter que pour les unités de méthanisation agricoles, les activités d'exploitation agricole et de méthanisation doivent être clairement séparées.

4.10. Danger pour l'environnement

Les unités de méthanisation présentent divers risques pour l'environnement :

- Rejet de biogaz, principalement composé de CO₂ et de CH₄, qui sont des gaz à effet de serre. Le méthane présente un potentiel de réchauffement global (PRG) 23 fois plus élevé que le dioxyde de carbone (CO₂) ; les émissions de méthane doivent donc être limitées au maximum
- Rejet d'ammoniac pendant le stockage du digestat (digestat brut, liquide et solide)
- Déversement d'intrants ou de digestat pouvant entraîner une pollution chimique des sols et des eaux (par exemple une pollution à l'azote) ou une pollution microbienne
- Rejet depuis un équipement tel que l'unité de cogénération : rejet de composés chimiques (NO_x, NH₃, formaldéhyde, etc.) et de composés métalliques dans les gaz d'échappement
- Libération d'huile

5. Risques et mesures préventives à chaque étape du procédé de méthanisation

L'évaluation des risques et leur prévention sont plus efficaces lorsqu'elles sont prises en compte à la conception. Cette approche garantit le contrôle des risques pendant l'exploitation et la maintenance. Les accidents arrivent surtout durant la maintenance (p. ex. travail par point chaud, voir IV– p. 71).

Le document se concentre sur le procédé de méthanisation en infiniment mélangé. Les risques sont globalement identiques dans les autres types d'installation, mais les mesures à appliquer doivent être adaptées aux caractéristiques spécifiques de chaque procédé.

Pour chaque unité, une analyse des risques spécifique doit être réalisée sur l'ensemble de l'installation pour prévenir et contrôler ces risques.

MISE EN SERVICE

Avant le démarrage de l'unité de méthanisation, des contrôles doivent être effectués par des ingénieurs de mise en service dûment formés. Ces contrôles incluent :

- la validation de la résistance mécanique des structures par une entreprise d'inspection et de contrôle spécialisée ;
- la vérification des installations électriques ;
- la vérification de l'étanchéité (aux gaz et aux liquides) de tous les équipements : fosse de stockage et cuve, digesteurs, canalisations, etc. ;
- la vérification des systèmes de chauffage (pour le digesteur, les substrats, etc.) ;
- la vérification des dispositifs de sécurité (détecteurs de gaz, torchère, systèmes de ventilation, etc.).

Toutes les procédures d'intervention et de maintenance doivent être établies avant la mise en service de l'installation, ainsi que celles correspondant au démarrage et à l'arrêt de tous les équipements. De même, un plan d'urgence doit être mis en place.

FORMATION

La formation du personnel d'exploitation, de maintenance et de sécurité est absolument nécessaire pour prévenir les nuisances et les risques générés par l'exploitation et la maintenance d'une installation, et pour s'assurer que chacun sache comment réagir en cas d'incident ou d'accident et comment mettre en œuvre les moyens d'intervention.

En général, les exigences essentielles pour le personnel sont communiquées via la formation technique, la présentation des risques de l'installation, la formation incendie, la maintenance, les plans d'urgence, etc.

Des plans de prévention (formation spécifique) pour les interventions des entreprises extérieures doivent également être mis en place pour alerter les travailleurs sur les risques auxquels ils sont exposés.

Si nécessaire, il convient de se référer aux réglementations nationales en matière de santé et de sécurité.

5.1. Approvisionnement en intrants



5.1.1. Brève description



L'approvisionnement en intrants correspond à l'arrivée des divers substrats sur le site de méthanisation. Les principales opérations sont le remplissage des dispositifs de stockage tels que la fosse et la cuve pour les intrants liquides/visqueux, et le silo couloir pour les intrants solides.

5.1.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 8 – Analyse des risques simplifiée pour l'approvisionnement en intrants

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Accidents dus à la circulation de véhicules	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'un plan de gestion de la circulation - Installation de panneaux sur le circuit d'accès des véhicules et marquages du circuit piéton 	-
Danger pour la santé (sanitaire) : contenu inapproprié dans les intrants	-	Examen visuel de chaque livraison
Danger pour la santé (sanitaire) : projection d'intrants liquides	Déchargement via des canalisations connectées à la fosse/cuve	-
Risque de brûlure du fait d'intrants chauds	Déchargement via des canalisations connectées à la fosse/cuve	-
Danger d'explosion : création de conditions ATEX dues à la présence de poussières pendant le déchargement des intrants solides (p. ex, résidus de culture)	Déchargement en extérieur, en cas d'impossibilité <ul style="list-style-type: none"> o Mettre en place un système de ventilation et d'élimination des poussières adéquat o S'assurer que l'équipement est adapté aux emplacements dangereux ATEX et pose de panneaux d'avertissement 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance spécifique des équipements ATEX - Maintenance du système de ventilation et d'élimination de poussières conformément aux recommandations du fournisseur
Danger d'intoxication : production de gaz toxiques (tels que H ₂ S)	Nombre suffisant d'éléments de stockage pour éviter le mélange d'intrants incompatibles	Le mélange d'intrants doit toujours être effectué avec prudence, et les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz
Danger pour l'environnement : pollution due au débordement de la fosse/cuve	<ul style="list-style-type: none"> - Indicateurs de niveau de remplissage - Zone de rétention 	-
Chute dans une fosse non couverte	<ul style="list-style-type: none"> - Protection collective contre les chutes - Panneaux d'avertissement 	-

5.1.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- L'aménagement de l'unité de méthanisation doit prendre en compte la circulation sur l'unité et anticiper le plan de gestion de la circulation.
- Le circuit d'accès des véhicules doit comporter des panneaux de signalisation, tout comme le circuit piéton sur le site.
- L'équipement de la zone d'approvisionnement doit être adapté aux emplacements dangereux ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Une prise de mise à la terre doit être disponible pour mettre à la terre les véhicules pendant les opérations de déchargement.
- La dalle de béton doit être adaptée (notamment en termes de surface et de résistance) aux différents véhicules qui s'y arrêtent pour l'approvisionnement en intrants (camions, tracteurs, etc.).
- Un nombre suffisant d'éléments de stockage doit être mis en place pour éviter le mélange d'intrants incompatibles. Chaque élément de stockage doit être clairement indiqué (p. ex. lisier).
- Si c'est possible, le déchargement des poussières solides doit s'effectuer en extérieur pour limiter la formation potentielle d'une atmosphère explosive et les émissions de substances toxiques dans les zones confinées. En cas d'impossibilité (p. ex. si les riverains se plaignent des odeurs), il faut mettre en place un système de ventilation et d'élimination des poussières adapté. Pour plus de détails sur la gestion des odeurs, voir la section VII p. 83).
- Le déchargement des intrants liquides et visqueux doit s'effectuer par des canalisations connectées à la fosse/cuve pour éviter les projections, qui présentent des risques sanitaires et de brûlures.
- Les cuves et les fosses couvertes doivent être dotés d'indicateurs de niveau de remplissage.
- Une protection collective contre les chutes doit être mise en place pour éviter toute chute dans les fosses non couvertes et des panneaux d'avertissement doivent être installés.

5.1.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Une vérification (par examen visuel) de la qualité des intrants doit être effectuée pour chaque livraison, afin de vérifier l'absence de substances ou d'objets étrangers. Des procédures doivent être établies en cas d'intrants inadaptés.
- Aucun fumier ou lisier ne doit provenir d'animaux d'élevage présentant des problèmes de santé (du fait de la présence d'antibiotiques susceptibles d'inhiber le procédé biologique de méthanisation).
- Si certains intrants sont mélangés, l'opération doit être effectuée sous la supervision experte du fabricant ou d'une entreprise consultante. Il est également possible de consulter la littérature ou d'effectuer des tests dans des laboratoires spécialisés après prélèvement d'échantillons sur le substrat. Cependant, le mélange d'intrants doit toujours être réalisé avec prudence.
- Les opérateurs doivent porter les équipements de protection individuelle adaptés (visière, masque de protection respiratoire, protection auditive, etc.) – voir p. 47.
- Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz pour être alertés lorsque des gaz dangereux sont libérés dans les zones confinées. Les dispositifs doivent être étalonnés

conformément aux recommandations des fournisseurs pour être efficaces – voir p. 53. Les gaz envisagés doivent inclure au minimum CH₄, H₂S, NH₃ et O₂ (pour la détection des situations d'anoxie).

- La maintenance du système de ventilation et l'élimination des poussières doivent être effectuées conformément aux recommandations du fournisseur.

5.1.5. Classification ATEX des emplacements dangereux

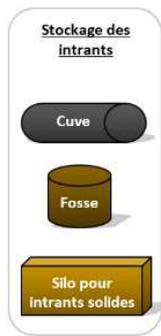
Voir la proposition de classification ATEX des emplacements dangereux pour le stockage des intrants - p. 26.

5.2. Stockage des intrants



Unité de méthanisation de Nouzilly – Visite de novembre 2016

5.2.1. Brève description



Le stockage des intrants correspond à la réserve de matières permettant d'alimenter le(s) digesteur(s) de l'unité de méthanisation. Différents types de stockage peuvent être utilisés : cuves, fosses (couvertes ou non), silos pour déchets solides, etc.

5.2.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 9 – Analyse des risques simplifiée pour le stockage des intrants

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger d'incendie : auto-échauffement et inflammation des intrants solides (résidus de culture, céréales, etc.)	-	Contrôle hebdomadaire de la température de stockage des intrants solides
Danger d'incendie du fait d'opérations de travail par point chaud non sécurisées à proximité du stockage d'intrants solides	-	Procédure de travail par point chaud et autorisation de mise en place (voir p. 71)
Danger d'explosion : fermentation d'intrants entraînant la création de conditions ATEX (et perte de potentiel méthane)	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter la durée de stockage - Une ventilation (mécanique ou naturelle) doit être mise en place - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance spécifique des équipements ATEX - Maintenance de la ventilation - Déchargement du stockage en cas de longue période sans activité, en raison de la maintenance par exemple
Danger d'intoxication : formation de gaz toxiques (H ₂ S, NH ₃ , etc.)	Une ventilation (mécanique ou naturelle) doit être mise en place	Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz
Utilisation de matériaux de construction inadaptés entraînant un risque pour la sécurité et/ou pour l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux de construction adaptés aux caractéristiques des intrants, qui peuvent être corrosives - Si l'équipement de stockage est situé en extérieur, il doit être résistant à la chaleur et aux UV - Dans le cas d'un bâtiment de stockage, des matériaux ignifuges doivent être utilisés 	-
Danger pour l'environnement : déversements des intrants	Surface imperméable avec un système d'évacuation pour le lixiviat	-
Chute dans une fosse non couverte	<ul style="list-style-type: none"> - Protection collective contre les chutes - Panneaux d'avertissement 	-

5.2.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Concevoir la fosse de stockage préliminaire et choisir les équipements de sorte à ne pas avoir besoin de pénétrer à l'intérieur.
- Sécuriser l'accès à la fosse de stockage préliminaire à l'aide d'une clôture et établir des procédures strictes d'entrée dans la zone (p. ex. approbation préliminaire de l'opérateur avant intervention, positionnement d'une échelle métallique avec une barre de protection contre les chutes sur sa partie supérieure, etc.).
- Éviter la présence d'outils ou d'instruments de mesure (par exemple panneau de commande) à l'intérieur des espaces fermés situés à proximité de la fosse de stockage préliminaire. Si cela est impossible, les stations de commande doivent être déménagées ou des procédures d'accès doivent être mises en place.
- L'équipement de stockage doit être dimensionné de sorte à limiter la durée du stockage, et une ventilation mécanique doit être mise en place pour évacuer les gaz qui peuvent s'accumuler lorsque la fosse est couverte.
- L'équipement de stockage doit être aussi étanche à l'air que possible de façon à éviter la dispersion de substances nocives et les problèmes d'odeurs.
- Le matériau de construction de l'équipement de stockage doit être choisi en fonction des caractéristiques des intrants, qui peuvent être corrosives. En plus de sa résistance chimique, si l'équipement de stockage est situé en extérieur, il doit être résistant à la chaleur et aux UV. Dans le cas d'un bâtiment de stockage, des matériaux ignifuges doivent être utilisés.
- Si le stockage se situe en extérieur, les intrants doivent être abrités pour éviter les modifications de leurs caractéristiques, par exemple par les précipitations. De plus, le stockage doit être situé sur une surface imperméable dotée d'un système d'évacuation pour le lixiviat (qui peut être traité dans le digesteur).
- Les fosses doivent être munies d'une protection collective contre les chutes de hauteur (par installation de barrières de sécurité, par exemple) et des panneaux d'avertissement doivent être affichés.
- Si le stockage est situé en intérieur (dans un bâtiment confiné avec une légère dépression pour éviter les odeurs – voir Maîtrise des odeurs sur une unité de p. 83), un système de ventilation spécifique doté d'un traitement de l'air tel qu'un biofiltre ou un système chimique de purification de l'air doit être mis en place. Une analyse spécifique des risques doit être mise en œuvre.

5.2.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- La température des intrants solides stockés sur l'installation doit être contrôlée une fois par semaine.
- La maintenance du système de ventilation doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.

- Une inspection quotidienne des équipements doit être réalisée pour prévenir tout dysfonctionnement.
- Si, pour une raison quelconque, le digesteur ne peut pas être alimenté en intrants pendant une longue période (p. ex. pendant la maintenance), ces dernières doivent être déchargées et éliminées pour prévenir tout démarrage de réactions de digestion anaérobie.

5.2.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux



Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

Tableau 10 - Proposition de zonage ATEX pour le stockage des intrants

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Équipement de stockage	Ciel de la fosse couverte ou du réservoir d'intrants solides contenant des poussières (résidus de culture, etc.)	Zone 21 : ciel	Formation de la zone pendant le remplissage de cet équipement par suspension temporaire de particules de poussières
	Ciel de la fosse couverte ou de la cuve d'intrants liquides	Zone 2 : ciel	La réaction biologique peut démarrer très rapidement avec ce type d'intrants
	Fosse à lisier ouverte	Zone 2 : intérieur de la fosse	Zone 2, car la ventilation naturelle (air extérieur) n'est pas toujours efficace

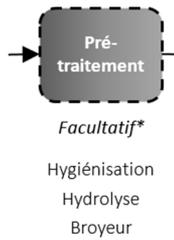
5.3. Prétraitement des intrants

Broyage

Hygiénisation

Hydrolyse

5.3.1. Brève description



Le prétraitement des intrants correspond à leur préparation avant leur introduction dans le digesteur. Trois prétraitements principaux sont envisagés dans cette partie : hygiénisation pour éliminer le risque sanitaire, hydrolyse pour améliorer la dégradation des intrants et broyage pour faciliter/optimiser le procédé de méthanisation.

5.3.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 10 – Analyse des risques simplifiée pour le prétraitement des intrants

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger pour la santé dû aux agents pathogènes dans les intrants	Une boucle doit être mise en place sur le système d'hygiénisation : pour permettre le redémarrage du traitement en cas de non-respect des paramètres	Les paramètres du système d'hygiénisation doivent être contrôlés : si les instructions ne sont pas respectées, le prétraitement doit être répété
Perturbation du fonctionnement du digesteur, colmatage des canalisations	<ul style="list-style-type: none"> - Les pompes comportent des systèmes qui facilitent leur décolmatage - Technologies de transfert adaptées en fonction de la composition et de la viscosité des intrants 	-
Danger mécanique dû au broyeur	Les pièces en mouvement du broyeur ne doivent pas pouvoir être atteintes par les opérateurs	Une procédure doit être établie pour éviter tout démarrage de l'équipement pendant la maintenance
Risque pour l'environnement dû au débordement de la cuve d'hydrolyse	Capteur de niveau haut	-
Risque d'explosion : une quantité importante de H ₂ peut être libérée pendant l'hydrolyse et entraîner la création de conditions ATEX	<ul style="list-style-type: none"> - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement - Soupape de sécurité pour les surpressions 	Maintenance spécifique des équipements ATEX

5.3.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Les intrants tels que le fumier ou les ensilages peuvent contenir des pierres. Un équipement adapté doit être mis en place pour les retirer afin d'éviter d'endommager le broyeur.
- En ce qui concerne le prétraitement, l'objectif principal est de retirer les corps étrangers le plus en amont possible : des puits destinés à la récupération des pierres sont placés à divers endroits, les pompes sont dotées d'un concasseur ou peuvent fonctionner dans les deux sens pour faciliter le décolmatage.
- Le broyeur doit être conçu de sorte à ne contenir aucune partie en mouvement pouvant être atteinte par les opérateurs.
- Une trémie d'alimentation suffisamment grande doit être mise en place pour éviter la multiplication des remplissages quotidiens. De plus, le broyeur doit être conçu avec un système de récupération d'objets indésirables simple d'emploi.
- Le système d'hygiénisation doit inclure une boucle pour répéter le traitement en cas de non-respect des paramètres (voir p. 14).
- Il est essentiel de mettre en place un capteur de niveau haut dans la cuve d'hydrolyse pour empêcher tout débordement. De plus, du gaz peut être généré durant cette étape ; des soupapes de sécurité doivent donc être installées en prévision des surpressions.
- La composition et la viscosité des intrants exigent des technologies de transfert adaptées à la réalisation du mix d'intrants et au transfert du mélange d'alimentation, pour éviter obstructions et rupture des équipements (agitateurs, pompes, convoyeur à vis, etc.).

5.3.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Une procédure de maintenance doit être établie pour éviter tout démarrage de l'équipement lors de l'intervention des opérateurs.
- Il est en particulier essentiel de se doter d'un stock d'équipements susceptibles d'être endommagés par des corps étrangers (lames de concasseur, pompes, valves, etc.).
- Lorsque le système d'hygiénisation est en cours de fonctionnement (systèmes de pasteurisation ou de stérilisation), les paramètres doivent être vérifiés. Si les instructions ne sont pas respectées, le prétraitement doit être répété (p. ex. la durée de montée en température des sous-produits animaux de catégorie 3).
- Une inspection quotidienne des équipements doit être réalisée pour prévenir tout dysfonctionnement.
- La maintenance préventive des équipements doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.

5.3.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux

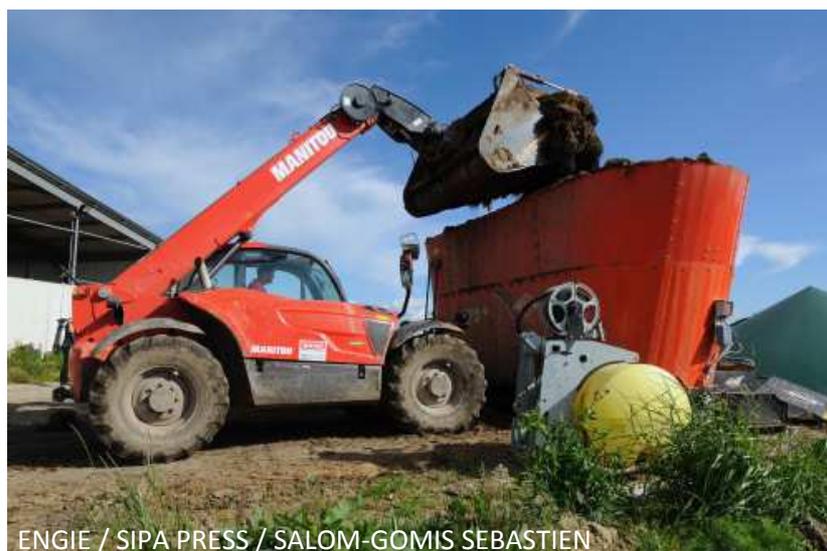


Les indications ci-dessous constituent une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

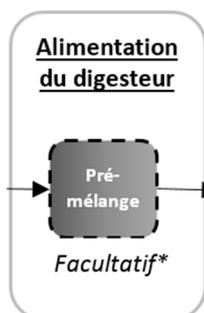
Tableau 12 - Proposition de zonage ATEX pour le prétraitement des intrants

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Cuve d'hydrolyse	Ciel gazeux	Zone 2	Accumulation de H ₂
	Soupape de sécurité	Zone sphérique centrée sur le point d'émission : Zone 2 avec une sphère d'un rayon de 0,5 m	Surpression interne provoquant un rejet de gaz vers l'extérieur

5.4. Alimentation du digesteur



5.4.1. Brève description



La méthode d'alimentation du digesteur correspond au type d'intrants utilisés : liquides, visqueux ou solides. Dans le cas des intrants liquides et visqueux, l'alimentation s'effectue via des pompes. Pour les intrants visqueux tels que les graisses, un système de chauffage peut être nécessaire pour faciliter le transfert. Pour les déchets solides, une trémie d'incorporation dotée d'une vis sans fin est utilisée (voir Image 3). Le chargement des digesteurs du procédé de méthanisation sèche discontinue de type garage dotés de chargeurs frontaux s'effectue de façon différente (voir Image 3) : les engins mécaniques entrent directement dans le(s) digesteur(s) ; les méthodes de gestion des risques doivent donc être adaptées (voir ci-après l'encadré).



Image 3 – Différentes façons d'incorporer des intrants solides dans le digesteur (à gauche : trémie d'incorporation [source WELTEC BIOPOWER] ; à droite : chargement d'un digesteur de type garage [source : Methajade])

Il convient de noter qu'une cuve/fosse de prémélange peut être ajouté pour homogénéiser les intrants à digérer.

5.4.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 11 – Analse des risques simplifiée pour l'alimentation du digesteur

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger d'explosion : création de conditions ATEX lors du chargement de déchets solides (résidus de culture, etc.) dans la trémie par suspension de particules de poussières dans l'air	<ul style="list-style-type: none"> - Lorsque cela est possible, le chargement doit s'effectuer en extérieur - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement 	Maintenance spécifique des équipements ATEX
Détérioration prématurée des canalisations (p. ex. corrosion) entraînant des risques pour la sécurité et/ou l'environnement	Le matériau utilisé est résistant aux produits chimiques, aux UV, à la température et aux chocs	-
Canalisations colmatées sous l'effet du froid	Canalisations résistantes au froid	-

5.4.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Le chargement de la trémie doit s'effectuer en extérieur dès que possible. Si le chargement s'effectue à l'intérieur d'un bâtiment, des systèmes adaptés d'élimination des poussières et de ventilation doivent être mis en place.
- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Le matériau utilisé pour les canalisations doit être adapté aux caractéristiques corrosives des intrants, résistant aux UV et à la chaleur, ainsi qu'aux chocs mécaniques et à la pression. Les matériaux recommandés sont le PE-HD et l'acier inoxydable.
- Des mesures préventives contre le gel intrants dans les canalisations doivent être mises en place. Le gel entraîne le colmatage des canalisations et des surpressions en cas d'injection d'intrants supplémentaires dans les canalisations colmatées à cause du gel.
- En ce qui concerne l'introduction des intrants et le contrôle de l'activité biologique dans le digesteur, un nombre toujours plus important d'unités se tournent vers la préparation de mélanges de substrats (cuve/fosse de mélange) en amont du digesteur. L'avantage de ce système est avant tout le contrôle du mix, c'est-à-dire connaître et pouvoir garantir un pouvoir méthanogène du mélange quasi-constant et optimisé au cours du temps, et son adaptation aux nouveaux substrats.

5.4.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de biogaz et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Une vérification quotidienne des équipements doit être effectuée pour prévenir tout dysfonctionnement.
- Une maintenance préventive des équipements doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.
- Avant d'alimenter le digesteur, les paramètres de celui-ci (niveau de liquide, pression, etc.) doivent être vérifiés.

METHANISATION SÈCHE DE TYPE GARAGE

Le chargement s'effectue avec des engins mécaniques qui entrent directement à l'intérieur du digesteur. Certaines précautions doivent être prises et l'équipement doit être adapté :

- Système de filtration pour éviter toute pénétration de substances dangereuses dans la cabine du véhicule (NH₃, H₂S, poussières)
- Vérification de la composition de l'atmosphère (O₂, H₂S, NH₃, CO₂ et CH₄)
- Prendre en compte le risque qu'un opérateur se retrouve accidentellement piégé dans le digesteur (analyse des risques) :
 - o Formation des opérateurs
 - o Mise en place d'une procédure de contrôle visuel pour l'opérateur
 - o Si nécessaire, bouton-poussoir pour ouvrir la porte du digesteur depuis l'intérieur

5.4.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux



Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

Tableau 12 – Proposition de zonage ATEX pour l'alimentation du digesteur

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Trémie d'alimentation	Trémie d'alimentation	Zone 21 : sphère d'un rayon de 1 m autour des extrémités de la trémie	La zone ATEX est créée lorsque la trémie est remplie. Elle entraîne une suspension temporaire de particules de poussières.
Cuve/fosse de prémélange	Ciel gazeux	Zone 2 : ciel gazeux	La zone ATEX peut se former en cas de stockage prolongé d'intrants fermentescibles dans un réservoir de prémélange

5.5. Digesteur et post-digesteur incluant un traitement de désulfuration et un stockage de biogaz

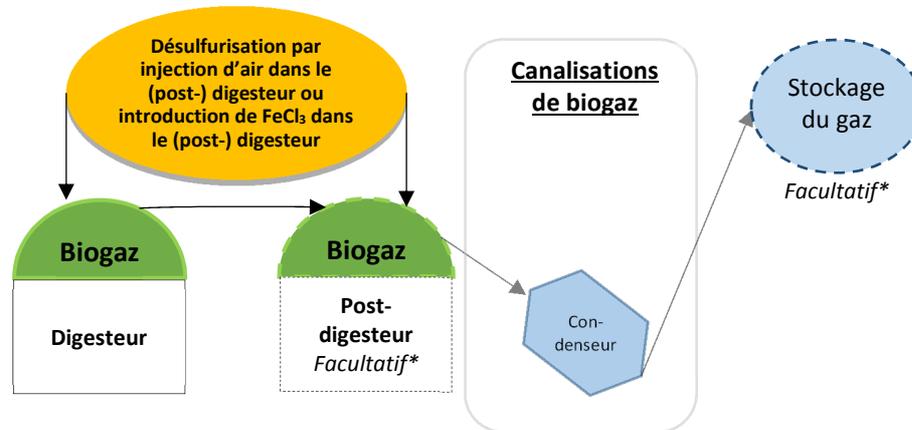


Unité de méthanisation de Nouzilly – Visite de novembre 2016



5.6. Digesteur et post-digesteur incluant un traitement de désulfuration et un stockage de biogaz

5.6.1. Brève description



La dégradation des intrants entraînant la production de biogaz (principalement composé de CH₄ et CO₂, avec présence éventuelle de H₂S) s'effectue dans le(s) ou digesteur(s). Un agitateur mécanique est mis en place pour homogénéiser son contenu. D'autres systèmes d'agitation existent ; par exemple, un système de réinjection de biogaz pour s'assurer du bon mélange. Le biogaz est produit en continu et est stocké sous une double membrane flexible (il existe également des digesteurs à simple membrane ou couverture béton) et/ou un stockage de gaz peut être ajouté. Pour améliorer la production de biogaz, un post-digesteur est généralement mis en place.

Dans le cas du procédé de méthanisation sèche de type garage, une recirculation de la fraction liquide (lixiviat) est mise en place pour accélérer l'activité biologique (percolation).

Pendant le procédé de méthanisation, une quantité importante de H₂S peut être produite (cela dépend des caractéristiques des intrants). Un traitement doit être mis en place pour éliminer ce gaz corrosif et toxique :

- *Par injection d'air (procédé biologique convertissant H₂S en soufre solide) :*
Une pompe doseuse est mise en place pour injecter de l'air dans le digesteur. La canalisation d'arrivée dans le digesteur doit être équipée d'un clapet anti-retour qui empêche le biogaz de revenir en arrière. Une analyse des risques doit être effectuée pour chaque dispositif de désulfuration.
- *Par désulfuration sèche (FeCl₃) :*
Une désulfuration sèche à l'aide de sels de fer peut également être utilisée au niveau des intrants ou du digesteur (ou post-digesteur).

5.6.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 13 – Analyse des risques simplifiée pour le digesteur, le post-digesteur et le stockage du gaz

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Risque d'incendie et d'explosion dû à la présence d'O₂	<ul style="list-style-type: none"> - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement - Système de protection contre les explosions - Capteurs de haute et de basse pression - Matériau incombustible - Soupapes de sécurité pour empêcher les sous-pressions (les soupapes de sécurité doivent être résistantes au gel) 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance spécifique des équipements ATEX - Légère surpression pour éviter toute pénétration d'air - Dans le cas de la désulfuration par injection d'air, la pompe doseuse d'air doit être ajustée de sorte que le débit d'air ne dépasse pas 8 % du volume de biogaz produit pendant le même intervalle de temps. Le système de désulfuration doit être vérifié tous les jours. - Contrôle en continu de la pression du ciel gazeux
Danger d'explosion dû aux surpressions	<ul style="list-style-type: none"> - Soupapes de sécurité pour empêcher les surpressions (les soupapes de sécurité doivent être résistantes au gel) - Le digesteur, le post-digesteur et le stockage de gaz doivent être reliés à la torchère 	Une attention particulière doit être portée à la maintenance des soupapes de sécurité et de la torchère
Danger de toxicité en raison du biogaz produit dans le digesteur (ou le post-digesteur), qui contient aussi du H₂S	Un système de désulfuration doit être mis en place	<ul style="list-style-type: none"> - Toute intervention à l'intérieur du digesteur ou du post-digesteur doit être réalisée après utilisation du système d'inertage et/ou de la ventilation pour garantir la sécurité des opérateurs - Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs
Danger chimique dû aux produits chimiques pouvant servir à ajuster le pH (un paramètre important pour contrôler le procédé de méthanisation)	Capteur pour la mesure continue du pH	Les procédures d'utilisation de tels produits doivent être clairement définies
Danger pour l'environnement en cas de déversement de digestat suite à une explosion ou un débordement du digesteur/post-digesteur, ou en cas de déversement de mousse	<ul style="list-style-type: none"> - Deux vannes de vidange sont recommandées - Mise en place d'une zone de rétention 	<p>Contrôler de manière continue :</p> <ul style="list-style-type: none"> o le niveau de digestat pour prévenir tout déversement o les paramètres tels que le pH pour prévenir la formation de mousse
Danger de chute de hauteur durant le contrôle de l'installation, la collecte d'échantillons, la maintenance, etc.	Échelle d'accès avec dispositif de prévention des chutes	Les opérateurs doivent utiliser un harnais de sécurité pour toute intervention en hauteur
Détachement de la membrane flexible dû à un dysfonctionnement (installation incorrecte et débit d'air trop important dans l'espace inter-membrane)	L'implantation géographique de l'unité doit être prise en compte (vent, neige, etc.)	Contrôle continu de la pression dans la double membrane du digesteur (ou post-digesteur)

5.6.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Le matériau utilisé pour la construction doit être :
 - o choisi en fonction des conditions internes sévères pour garantir leur stabilité
 - o résistant aux UV et à la chaleur pour éviter toute détérioration prématurée (en particulier dans le cas des membranes)
 - o résistant aux impacts mécaniques
 - o étanche aux gaz pour éviter la pénétration d'air et la libération de gaz (toxiques et/ou à effet de serre) produits durant le procédé
 - o incombustible
 - o antistatique (membrane du digesteur, post-digesteur et stockage de gaz)
- Des détecteurs de mousse peuvent être installés sur le digesteur et le post-digesteur. Cependant, il est plus courant d'ajouter un agent antimousse.
- Le système d'accès en hauteur doit être conçu de sorte à éviter toute chute (p. ex. échelle d'accès avec dispositif de protection contre les chutes).
- En fonction de l'emplacement géographique des unités, la couverture du digesteur (ou du post-digesteur) doit être ajusté en fonction du vent ainsi que des autres conditions climatiques (p. ex. neige, grêle) pour garantir la fixation de la double membrane.
- Des fuites peuvent se produire en cas de surpression interne dans le digesteur ou dans l'équipement de stockage de biogaz. Par conséquent, ces structures doivent être équipées de soupapes de sécurité adaptées. Leur rôle est de prévenir les phénomènes de surpression ainsi que de sous-pression (voir p. 49).
- Pour les agitateurs immergés, il convient d'installer une trappe d'accès pour les démonter sans avoir à ouvrir entièrement le digesteur et le post-digesteur.
- Le digesteur, le post-digesteur et le stockage du gaz doivent être reliés à la torchère pour brûler l'excès de biogaz ou en cas de dysfonctionnement du système de valorisation du biogaz (voir p. 53).
- Un système de protection contre les explosions doit être mis en place (p. ex. membrane flexible ou système de décharge des explosions).
- Il est recommandé d'installer 2 vannes de vidange dans le cas où l'une d'elles tombe en panne. De plus, l'une des deux vannes de vidange doit pouvoir être verrouillée manuellement (avec une étiquette indiquant clairement les positions de marche et d'arrêt).
- Une zone de rétention doit être mise en place en cas de fuite du digesteur (ou du post-digesteur) et du stockage de digestat. Par exemple, le dimensionnement de cette zone doit tenir compte du volume du ou des digesteur(s) et post-digesteur(s) et du stockage du digestat liquide (ou du digestat brut en cas d'absence de prétraitement).
- En cas d'un stockage du gaz indépendant, des capteurs de haute et de basse pression doivent être installés avec un contrôle de l'alimentation en gaz.

5.6.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Contrôle continu de la pression dans la double membrane du digesteur (ou post-digesteur) pour prévenir toute rupture de l'une des membranes. Dans le cas d'une membrane flexible maintenue par des « tubes » gonflés à l'air, il est important de mettre en place les dispositifs suivants :
 - o un suivi direct ou indirect de la pression dans les tubes, qui déclenche une alarme en cas d'anomalie de pression
 - o un clapet anti-retour ou un dispositif d'alimentation en air redondant pour prévenir toute conséquence d'un dysfonctionnement de l'alimentation en air
- Dans le digesteur (et le post-digesteur), contrôler en continu :
 - o le niveau de digestat pour prévenir tout déversement
 - o la légère surpression pour éviter toute pénétration d'air
 - o le pH et la température pour empêcher la formation de mousse
- Dans le cas de la désulfuration par injection d'air, la pompe doseuse d'air doit être ajustée de sorte que le débit d'air ne dépasse pas 8% du volume de biogaz produit pendant le même intervalle de temps (3 à 5% d'O₂, max 8% d'O₂). Le système de désulfuration doit être vérifié tous les jours.
- Il est possible que l'ajustement du pH s'effectue avec des produits chimiques dangereux (comme l'hydroxyde de sodium). Les procédures d'utilisation de tels produits doivent être clairement définies et les équipements de protection individuelle adaptés doivent être portés (gants, masque, visière, gilet de haute visibilité, etc.).
- La pression d'eau dans le système de chauffage doit être contrôlée tous les jours.
- Le débit de biogaz doit être mesuré en entrée et en sortie, et le biogaz dévié vers la torchère si nécessaire.
- Le biogaz doit être vérifié régulièrement en fonction de la taille de l'unité, avec un analyseur de gaz intégré ou des analyses d'échantillons de gaz.
- Toute intervention en hauteur doit être effectuée avec un moyen d'accès adapté. Si cela est impossible, un système de protection contre les chutes doit être utilisé (impliquant un harnais de sécurité, une sangle et un point d'ancrage).
- Toute intervention à l'intérieur du digesteur ou du post-digesteur doit être mise en œuvre après utilisation du système d'inertage s'il existe, et dans tous les cas après installation d'une ventilation pour garantir la sécurité des opérateurs (risque d'anoxie, de toxicité, d'explosion)
- voir p. 50.

SPÉCIFICATIONS POUR LE DÉMARRAGE

- Ne pas démarrer l'agitation du digesteur avant immersion complète de l'agitateur.
- Si l'agitateur ne doit pas être immergé, démarrez l'agitation une fois que le pourcentage de méthane dans le digesteur est significativement supérieur à la LSE (p. ex. 40 %).
- Le gaz généré au début du procédé de digestion est évacué par le circuit d'échappement (protection contre les surpressions de gaz) vers l'atmosphère. L'air présent dans le digesteur est progressivement remplacé par le biogaz produit.
- La composition du ciel gazeux du digesteur est suivie avec attention. Lorsque le pourcentage de méthane est supérieur à 30 %, le biogaz peut être dirigé vers l'unité de valorisation (si ce pourcentage est suffisamment élevé pour le fonctionnement de l'unité de valorisation ; dans le cas contraire, le biogaz est dirigé vers la torchère).

Le démarrage est une étape dangereuse : l'air présent dans le digesteur entraîne la formation d'une atmosphère explosive dès le début de la production de méthane. Il convient de porter une attention particulière au processus jusqu'à ce que la concentration en méthane soit largement supérieure à sa limite supérieure d'explosivité. Aucun visiteur ne doit être admis sur l'unité de méthanisation pendant cette étape délicate.

METHANISATION SÈCHE DE TYPE GARAGE

Dans le cas de la méthanisation sèche, le lixiviat qui est recyclé est stocké dans un réservoir. Ces conditions sont favorables à la production de biogaz (CH_4 , CO_2 et H_2S) et les contrôles doivent être identiques à ceux des digesteurs (niveau de trop-plein, pression, pH, température, soupape de sécurité, etc.).

5.6.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux



Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

Tableau 14 – Proposition de zonage ATEX pour le digesteur, le post-digesteur et le stockage de biogaz

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Digesteur et post-digesteur	Proximité immédiate	Zone 2 : sphère d'un rayon de 3 m	-
	Ciel gazeux	Zone 2 : ciel gazeux du digesteur et du post-digesteur	Zone présente en cas d'introduction d'air incontrôlée (dysfonctionnement)
	Soupape de sécurité	Zone sphérique centrée sur le point d'émission : zone 2 avec une sphère d'un rayon de 3 m incluant une zone 1 d'un rayon de 1 m	Surpression interne provoquant un rejet de biogaz vers l'extérieur
	Ouvertures	Zone 2 : sphère de 3 mètres de rayon autour des ouvertures (hublots, trous d'homme, passage de l'agitateur,...)	-
Stockage de biogaz	Intérieur	Zone 2	Zone présente en cas d'introduction d'air incontrôlée (dysfonctionnement)
	Extérieur	Zone 2 : sphère de 3 mètres de rayon	-
	Soupape de sécurité	Zone sphérique centrée sur le point d'émission : zone 2 avec une sphère d'un rayon de 3 m incluant une zone 1 d'un rayon de 1 m	Surpression interne provoquant un rejet de biogaz vers l'extérieur

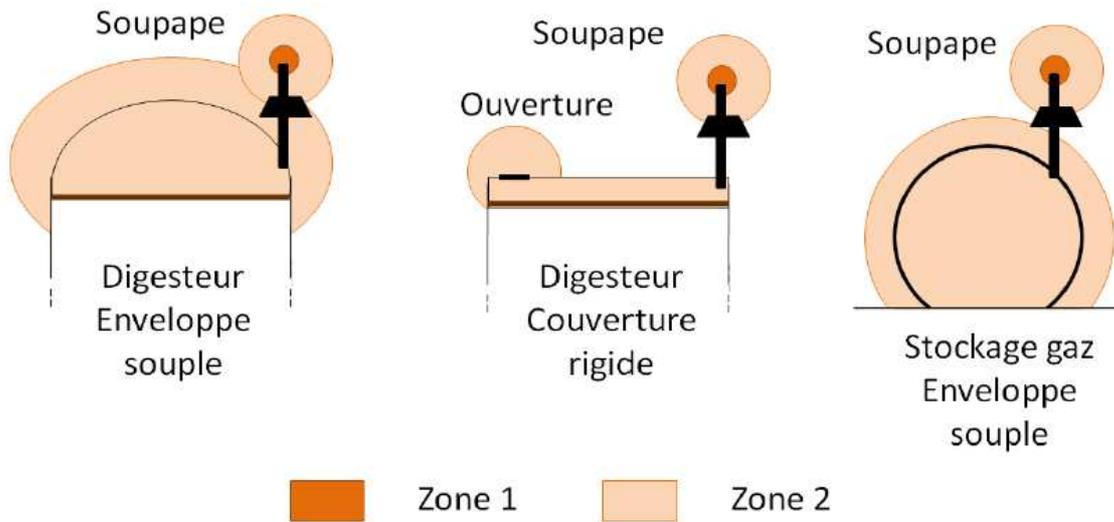
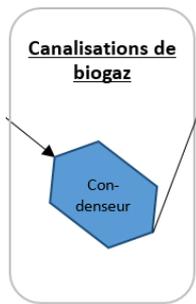


Figure 4 – Exemple illustratif de la classification ATEX des emplacements dangereux pour le digesteur, le post-digesteur et le stockage de biogaz (INERIS, 2009)

5.7. Canalisations de transfert du biogaz (y compris le condenseur)



5.7.1. Brève description



Le biogaz produit dans le(s) digesteur(s) ou post-digesteur(s) doit être transféré dans l'unité de valorisation. Un condenseur est mis en place pour diminuer la teneur en eau du biogaz. Un stockage tampon de biogaz peut être mis en place pour optimiser sa valorisation : il réduit les pertes en cas de dysfonctionnement de l'unité de valorisation.

5.7.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi par des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 15 – Analyse des risques simplifiée pour les canalisations de transfert du biogaz et le système de condensation

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger d'intoxication (H ₂ S) et danger d'atmosphère explosive ou d'incendie en cas de fuite	<ul style="list-style-type: none"> - Le matériau utilisé est résistant aux produits chimiques, aux UV, à la température et aux chocs, et étanche aux gaz - Les raccords de canalisation de biogaz sont soudés pour prévenir les fuites - Les canalisations de transfert du biogaz ne doivent pas traverser les zones confinées. Si cela est impossible, une analyse appropriée des risques doit être mise en œuvre et un système de ventilation adapté doit être installé - Les canalisations de transfert du biogaz peuvent être enterrées pour éviter toute formation d'atmosphère explosive et tout choc mécanique - Des systèmes de mesure de pression doivent être mis en place 	<ul style="list-style-type: none"> - La maintenance de la des canalisations et du condenseur doit être effectuée par un personnel dûment formé - Un détecteur multigaz (au moins CH₄, H₂S, O₂, NH₃ et éventuellement CO₂) doit être utilisé par tout opérateur pour effectuer des opérations de maintenance sur les canalisations ou pour ouvrir le réservoir de récupération de condensat
Danger d'explosion dû à une surpression dans le réseau de biogaz	Des systèmes de mesure de pression doivent être mis en place	-

N.B. : suite à la page suivante

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger d'explosion ou danger d'intoxication dû au rejet de biogaz par le condenseur, entraînant la formation de conditions ATEX	<ul style="list-style-type: none"> - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement - Il est important de s'assurer que la vidange de vapeur n'entraîne pas de fuite de biogaz - Le système de condensation est disposé de sorte à éviter le confinement du biogaz 	Maintenance spécifique des équipements ATEX
Condensat ou solides entraînés provoquant des colmatages et des conditions dangereuses	Les canalisations de biogaz et le condenseur doivent être à l'épreuve du gel	-

5.7.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de biogaz et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Le matériau des canalisations de biogaz doit prendre en compte les caractéristiques corrosives du biogaz et doit être étanche aux gaz (ainsi que résistant à la pression, aux UV et à la chaleur). Les matériaux recommandés sont le PE-HD et l'acier inoxydable.
- Les raccords de canalisations de biogaz sont soudés pour prévenir les fuites.
- L'installation doit être conçue de sorte que les canalisations de transfert du biogaz ne traversent pas de zone confinée pour éviter la création d'atmosphères explosives et/ou toxiques en cas de fuite de biogaz. Si cela est impossible, des informations adaptées relatives aux risques (panneaux d'avertissement) et une ventilation doivent être mises en place dans les zones confinées concernées.
- Les canalisations de transfert du biogaz peuvent être enterrées pour éviter la formation d'atmosphère explosive et les chocs mécaniques. Il convient de vérifier que les mesures de sécurité adaptées à l'installation de canalisations enterrées ou apparentes restent efficaces au cours du temps.
- Les canalisations de biogaz doivent être étiquetées comme transportant un gaz combustible et la direction du flux doit être indiquée. Si les canalisations sont enterrées, des marquages au sol clairs doivent être apposés.
- Les canalisations peuvent comporter des points de test de pression ou autres à intervalles réguliers pour prévenir/détecter les éventuelles surpressions ou localiser une fuite.
- Les canalisations de biogaz et le condenseur doivent être à l'épreuve du gel.
- Le condenseur est disposé de sorte à éviter le confinement du biogaz, par exemple en extérieur sous un abri. Si le condenseur est situé en intérieur, une ventilation mécanique doit être mise en place.
- Pour le condenseur : il est important de s'assurer que la vidange de vapeur s'effectue sans fuite de biogaz vers l'extérieur. Il est essentiel de mettre en place des capteurs de niveau haut et de niveau bas dans la fosse de condensat avec arrêt automatique de la pompe, de sorte à s'assurer que la pompe est toujours bien immergée à l'intérieur du condensat.

5.7.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de biogaz et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- La maintenance des canalisations et du condenseur doit être effectuée par un personnel dûment formé.
- Avant toute intervention sur les canalisations et les équipements, il faut confirmer que le mélange de gaz est effectivement passé en dessous de la LIE. Les niveaux de gaz toxiques et d'oxygène doivent également être contrôlés (à l'aide de détecteurs de gaz adaptés) avant toute intervention.
- Les opérateurs doivent porter un détecteur multigaz (capable de détecter au moins CH₄, H₂S, O₂, NH₃, et éventuellement CO₂) lors de l'ouverture d'un réservoir de récupération de condensat ou de toute opération de maintenance sur les canalisations.

5.7.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux

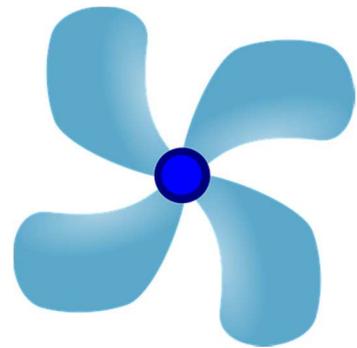


Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

Tableau 16 – Proposition de zonage ATEX pour les canalisations de transfert du biogaz (y compris le condenseur)

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Canalisations de biogaz	Intérieur	Zone 2	En cas d'introduction d'air
	Extérieur	-	Pas de zone ATEX tant qu'une vérification régulière de l'étanchéité des canalisations de biogaz est effectuée (exige la mise au point d'une procédure organisationnelle)
Local du condenseur	Intérieur du local	Zone 2 : local entier	En cas de ventilation mécanique continue et contrôlée, la zone peut ne pas être classée
Condenseur extérieur	Condenseur	Zone 2 : sphère de 1 mètre de rayon autour du condenseur	Pendant la phase d'ouverture

5.8. Équipements de sécurité (équipements de protection individuelle, soupapes de sécurité, système d'inertage, etc.), détecteurs de gaz et torchère



Cette partie est consacrée aux équipements de sécurité des unités de méthanisation. Ces dispositifs doivent être mis en place pour prévenir tout accident, et alerter et protéger les travailleurs en cas de situation dangereuse (toxicité, incendie, explosion, etc.).

5.8.1. Équipements de protection individuelle

Les équipements de protection individuelle doivent être fournis par l'employeur et doivent être portés par les opérateurs. Les équipements doivent être adaptés à chaque opération :

- Chaussures de sécurité
- Casque
- Gants de protection adaptés à chaque tâche et risque (substances dangereuses, chaleur, etc.)
- Lunettes de sécurité en cas de risque de projection
- Protection respiratoire (poussières, substances dangereuses)
- Protection auditive (bouchons d'oreilles ou casque antibruit)
- Harnais de sécurité pour le travail en hauteur
- Vêtements de travail
- Gilet de haute visibilité

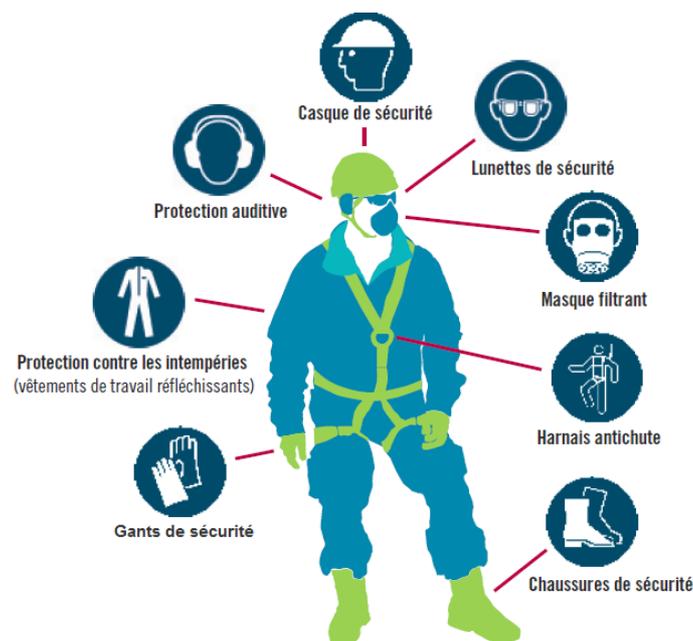


Image 5 – Illustration des EPI (issue de (German Biogas Association and GIZ, 2016))

Pour les opérations en zone ATEX 2 ou 22, des EPI spécifiques doivent être portés :

- Explosimètre certifié ATEX (ou détecteur 5-gaz - CH₄, H₂S, O₂, CO₂, NH₃)
- Chaussures de sécurité antistatiques
- Vêtements de travail et gants antistatiques

Toute opération en zone ATEX 0, 1, 20 ou 21 est interdite tant que des mesures de suppression des conditions ATEX et de prévention fiable de leur formation pendant l'opération ne sont pas prises (il est important de mettre en place une procédure d'enregistrement). Dans ces conditions, la zone sera considérée comme une zone 2 ou 22 pendant la procédure.

Les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle doivent se conformer aux propriétés antistatiques et aux critères d'acceptabilité dans les zones ATEX définis par EN ISO 20345 (chaussures) et par EN 1149-5 (vêtements et gants).

Cependant, il est difficile de garantir la conformité aux exigences de ces normes sur une durée importante, et la façon dont les vêtements antistatiques sont portés et utilisés affecte leur sensibilité (voir INRS ND 2358 - 227-12 sur l'étude des vêtements de travail et des équipements de protection individuelle antistatiques pouvant être portés dans des atmosphères potentiellement explosives (Hygiène et sécurité du travail - 2^e trimestre 2012 - 227)). **C'est la raison pour laquelle la principale mesure de sécurité doit être la prévention de la formation de conditions ATEX et la détection précoce des situations dangereuses.**

Tout équipement en panne ou obsolète doit être immédiatement signalé pour être remplacé.

5.8.2. Soupapes de sécurité



Des soupapes de sécurité doivent être mises en place sur le digesteur (post-digesteur) et le stockage du biogaz pour prévenir les surpressions ou les sous-pressions susceptibles d'entraîner un risque pour la sécurité.

Image 6 – Soupape de sécurité (crédit photo INERIS)

Des rejets imprévus de biogaz par la soupape de sécurité peuvent se produire de façon brève voire prolongée sous l'effet de divers phénomènes :

- formation de mousse à l'intérieur du digesteur, générant une surpression dans le digesteur et un débordement de la mousse à travers les soupapes de sécurité ;
- production rapide de biogaz par la brève introduction d'intrants de pouvoir méthanogène élevé avec montée rapide de la pression du digesteur et ouverture de la soupape de sécurité ;
- intervalle de pression trop faible entre la pression de fonctionnement du digesteur et la pression de tarage de la soupape de sécurité ;
- dysfonctionnement des équipements de valorisation de biogaz et absence de stockage tampon de biogaz entraînant une accumulation de biogaz dans le digesteur et une surpression.

Recommandations principales :

- Le biogaz libéré par les soupapes doit être déporté au-dessus des installations via un échappement, avec une ouverture située plus de 3 m au-dessus du niveau le plus élevé (pour éviter la présence d'un opérateur dans la zone de rejet de biogaz [zone ATEX]). Elle doit également être située à 1 m au-dessus des toits et être éloignée de 5 m des autres bâtiments.
- Ces dispositifs de sécurité doivent être protégés contre le gel (p. ex. ajout d'antigel, chauffage de la soupape, etc.) pour pouvoir fonctionner quelles que soient les conditions climatiques.
- Le réglage de la soupape de sécurité doit être étudié avec précision à l'étape de conception pour éviter l'ouverture des soupapes de sécurité sous l'effet d'irrégularités de pression dans le réseau de biogaz. En cours d'exploitation, l'opérateur doit garder à l'esprit les pressions de tarage des soupapes de sécurité et la pression de fonctionnement du digesteur et du post-digesteur.
- Dans le cas des dispositifs hydrauliques, toute surpression ou sous-pression peut entraîner une perte de liquide. Un contrôle du niveau de liquide doit être effectué quotidiennement.

- L'opérateur doit vérifier régulièrement le niveau d'antigel de la garde hydraulique de la soupape de sécurité et le bon fonctionnement des capteurs de mousse (le cas échéant), et s'assurer de la maintenance régulière de la soupape. Le bon fonctionnement des pièces en mouvement de la soupape doit être vérifié en effectuant sa vidange et son nettoyage (entre 2 et 6 fois par an en fonction du type de contrat de maintenance choisi par l'exploitant).

5.8.3. Système d'inertage de gaz

Un système d'inertage de gaz est un dispositif de sécurité parfois utilisé pour prévenir la formation d'une atmosphère explosive. Ce dispositif de sécurité se rencontre en particulier lors des phases suivantes :

- Phases de démarrage et d'arrêt du digesteur
- Inertage du digesteur avant toute intervention de type travail à la chaleur ou autre à proximité du digesteur

Pour limiter le risque de formation d'une atmosphère explosive (par combinaison d'air et de méthane), l'inertage peut par exemple être effectué par injection d'azote ou de CO₂

Un système d'inertage de gaz permet également à la direction de s'assurer de la sécurité des opérateurs vis-à-vis des gaz toxiques et de l'anoxie.

Après utilisation d'un système d'inertage, une ventilation doit être mise en place pour garantir une teneur en oxygène adéquate dans l'atmosphère pour les opérateurs (> 19 %).

5.8.4. Ventilation

L'installation d'un système de ventilation efficace est nécessaire pour prévenir les risques d'explosion, d'incendie, d'empoisonnement lié à l'accumulation de gaz (CO₂, H₂S et NH₃) ou d'anoxie. Une ventilation doit être installée dans tous les espaces confinés pouvant contenir du biogaz brut en quantité dangereuse suite à des fuites. Il existe deux types de ventilation : forcée et naturelle. La ventilation forcée, qui permet un renouvellement artificiel de l'air, doit être installée dans les locaux contenant l'unité de valorisation du biogaz (moteur de cogénération ou système d'épuration).

La ventilation naturelle est obtenue par la mise en place d'ouvertures suffisamment dimensionnées et non obstruées. Le débit d'air est alors traversant. L'entrée d'air se situe au niveau du sol ou près du plafond, tandis que l'air est évacué au niveau du plafond. Chaque orifice d'aération doit mesurer au moins 20 cm² par m² de surface. L'efficacité de la ventilation doit être contrôlée régulièrement (au moins une fois par an) - (INERIS, 2009).

Exemple : pour une pièce de 10 m², chaque ouverture de ventilation doit mesurer : 10 x 20 cm², soit 200 cm².

En ce qui concerne la ventilation forcée, la section transversale libre minimale « A » de l'entrée d'air/ sortie d'air des pièces d'installation du moteur de cogénération est obtenue à partir de l'équation suivante (German Biogas Association and GIZ, 2016) :

$$A = 10P + 175$$

A = section transversale libre (cm²)

P = puissance électrique maximale déclarée en sortie du générateur, kWe

Exemple : pour une unité de cogénération de 100 kWe, A= 10 x 100 + 175, soit 1 175 cm²

Il convient de noter que l'arrêt du fonctionnement de la ventilation forcée doit :

- être automatiquement signalé par une alarme avec un rapport télétransmis ;
- arrêter l'unité de valorisation (cogénération ou épuration).

Pour ces deux types d'aération, il est nécessaire de fournir une couverture complète de la pièce par le biais d'une entrée d'air au niveau du sol (ou près du plafond), et une sortie d'air dans la partie supérieure du mur opposé (la ventilation est essentielle et il est recommandé de choisir une ventilation automatique).

5.8.5. Équipements et procédures de sécurité incendie

Les équipements de sécurité incendie doivent être installés :

- dans la salle de contrôle de l'unité,
- dans la salle du moteur de cogénération ou du système de d'épuration,
- dans la salle de la chaudière (le cas échéant),
- dans d'autres bâtiments (bâtiment de stockage s'il est présent, salle des pompes, etc.),
- dans les bureaux.

L'équipement et les procédures de sécurité incendie incluent :

- des détecteurs d'incendie automatiques reliés à une alarme externe : lumineuse et sonore (recommandé),
- un transfert automatique des appels,
- un arrêt de l'alimentation électrique et le démarrage de la ventilation forcée (recommandé) pour extraire la fumée et les émanations,
- le démarrage d'un éclairage d'urgence,
- un système de suppression spécifique pour les risques :
 - o des extincteurs adaptés au type de feu. De plus, ils doivent être aisément accessibles, identifiés, visibles et régulièrement entretenus. Le nombre d'extincteurs doit être adapté aux risques et à la taille de l'installation,
 - o robinet d'incendie armé,
 - o des systèmes d'extinction automatique pour les salles électriques (si nécessaire).

Pour chaque installation, établir spécifiquement le dimensionnement des besoins en eau et des rétentions, ainsi que les procédures d'intervention. Il est fortement recommandé de contacter les pompiers locaux (ou service adéquat) pour évaluer ces besoins.

Le système de détection des incendies et d'alarme doit être régulièrement contrôlé.

5.8.6. Distances de sécurité

Pour éviter de propager les incendies ou tout autre dégât, s'il n'existe aucune autre exigence réglementaire spécifique, une distance de sécurité d'au moins 10 m doit être respectée autour du stockage de biogaz (p. ex. digesteur, post-digesteur, etc.), l'unité de valorisation du biogaz, la torchère et tout autre stockage de combustible. Les distances sont mesurées horizontalement depuis les murs extérieurs des bâtiments qui contiennent les équipements. Certaines lignes directrices indiquent des distances de sécurité différentes obtenues via diverses méthodes de calcul (German Biogas Association and GIZ, 2016).

Dans une certaine mesure, l'utilisation de matériaux de construction incombustibles peut diminuer la distance de sécurité. Cependant, il est important de distinguer résistance au feu et propagation de l'incendie.

5.8.7. Protection contre la foudre



Image 7 – Protection contre la foudre (unité de méthanisation de Nouzilly)

Une analyse spécifique des risques doit être effectuée vis-à-vis du danger de foudre. Les équipements adéquats doivent être mis en œuvre pour prévenir tout dégât des équipements ou danger électrique. Il peut en résulter un risque d'incendie et/ou des pannes importantes de l'installation, qui peuvent avoir un impact significatif sur la production d'énergie.

5.8.8. Détecteurs de gaz

L'exploitation d'une unité de méthanisation nécessite la mise en place de détecteurs de gaz. Ces dispositifs doivent être installés par des experts avec des instructions spécifiques quant au choix des dispositifs, à leur utilisation et à leur maintenance pour une efficacité optimale etc.

Détecteurs fixes

Ils doivent être positionnés avec soin, en prenant en compte les paramètres suivants :

- proximité vis-à-vis des sources d'émission (par exemple canalisation d'entrée de biogaz pour les unités de cogénération),
- loin des entrées d'air (p. ex. à plus de 1,5 m des portes),
- loin des conduites d'air et à proximité des échappements d'air,
- essentiels dans les zones confinées.

Le nombre de détecteurs dépend de la configuration du local (p. ex. ventilation et volumes morts). Deux seuils d'alarme peuvent être choisis pour chaque gaz, par exemple :

Tableau 17 – Exemple de seuil d'alarme pour la détection des gaz

Gaz	1 ^{er} seuil d'alarme	2 ^e seuil d'alarme
Méthane (CH ₄)	-	10 % de la LIE (en espaces confinés [0,4 %]) 20 % de la LIE (en espaces non confinés [(0,8 %)])
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	5 ppm	10 ppm
Oxygène (O ₂)	-	19 %
Ammoniac (NH ₃)	10 ppm	20 ppm
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5 000 ppm	5 000 ppm

Le 1^e seuil déclenche une alarme visuelle et sonore : arrêt des activités en cours et analyses de la situation (p. ex. intervention dans une fosse couverte, un digesteur, un post-digesteur, réservoir de stockage de biogaz, soupapes de sécurité, puits de condensats confiné). Si le 2^e seuil est dépassé, le personnel doit être évacué et l'installation sécurisée (p. ex. arrêt de l'alimentation en biogaz pour une unité de cogénération si une fuite est détectée). Dans tous les cas, les procédures liées au déclenchement d'alarme doivent être rédigées et affichées, et les opérateurs doivent être informés.

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) endommage les capteurs catalytiques (souvent utilisés pour détecter le CH₄). Il est donc indispensable de vérifier régulièrement l'efficacité du capteur de CH₄, conformément aux instructions du fabricant. Si aucune spécification n'est disponible, il est recommandé d'étalonner

les capteurs tous les trois mois. Cet intervalle peut être ajusté (c'est-à-dire augmenté ou réduit) en fonction des conditions d'utilisation des capteurs.

La maintenance des détecteurs fixes doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant. L'étalonnage doit être mis en œuvre régulièrement avec chacun des gaz de référence à une fréquence définie par le fabricant du détecteur fixe.

Détecteurs portatifs

Les détecteurs portatifs sont essentiels pendant les interventions sur les installations et les équipements. Ils doivent être légers et suffisamment petits pour ne pas incommoder l'opérateur, et afficher en continu les différents niveaux de concentration.

Comme pour les détecteurs fixes, deux seuils d'alarme doivent être définis, de même que les procédures associées. La maintenance et l'étalonnage doivent être effectués conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.

Il est fortement recommandé d'effectuer un contrôle initial avant chaque utilisation avec une station d'étalonnage (automatique) adaptée au détecteur, et avec une concentration connue de chaque gaz. Le temps de réponse et les seuils d'alarme sont contrôlés. Si l'unité de méthanisation n'est pas équipée d'une station d'étalonnage, l'étalonnage doit être effectué régulièrement avec chacun des gaz de référence à une fréquence définie par le fabricant du détecteur portatif.

5.8.9. Torchère



Image 8 – Torchère
(Unité de méthanisation de Nouzilly)

Une torchère (manuelle ou automatique) est un dispositif permettant la combustion en toute sécurité du biogaz (et ne générant pas d'énergie utilisable). En cas de panne, par exemple dans l'unité de valorisation du biogaz, la torchère permet d'évacuer le biogaz (CH₄ est brûlé : diminution de l'impact des émissions de GES). **Il est recommandé d'installer une torchère automatique.**

Il convient de noter que les armoires électriques de la torchère ne sont généralement pas adaptées aux zones ATEX. La meilleure marche à suivre est de les installer à une distance suffisante des zones ATEX.

En amont, la torchère doit être équipée d'un arrête-flamme et d'un dispositif de ventilation pour purger le biogaz avant de créer ou de couper la flamme. Il peut parfois s'avérer nécessaire d'ajouter un arrête-flamme entre le brûleur et la vanne d'isolement, en fonction du fabricant (EN 746-2).

La distance minimale entre la torchère et les autres équipements est généralement de 10 m pour éviter tout effet thermique de la flamme sur ces derniers. De plus, la torchère doit être placée de sorte à ne pas constituer une source d'inflammation en cas de fuite de biogaz depuis les autres équipements.

La torchère doit être régulièrement testée (p. ex. une fois par semaine) et la maintenance effectuée une fois par an.

La classification ATEX des emplacements dangereux pour la torchère correspond à une zone 2 de 3 m autour de la torchère (p. ex. en cas de fuite de biogaz).

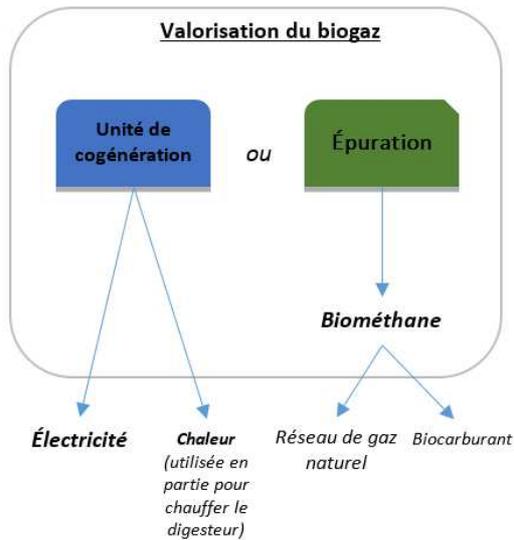
En l'absence de torchère, l'unité peut être équipée d'une chaudière située à une distance de 10 mètres ou dans une salle protégée aux normes REI 120 (2 heures de protection), qui remplit une fonction similaire.

5.9. Valorisation du biogaz
(cogénération et épuration
pour injection dans le réseau de gaz
naturel ou pour utilisation
dans le transport)



Biométhane

5.9.1. Brève description



Deux procédés de valorisation du biogaz sont envisagés dans le présent guide :

- Production de chaleur et d'électricité via un moteur de cogénération
- Production de biométhane via un système d'épuration. Le biométhane peut alors être injecté dans le réseau de gaz naturel ou utilisé dans le transport sous forme de biocarburant.

L'unité de valorisation est placée dans une zone spécifique uniquement accessible aux personnes autorisées. Avant sa valorisation par cogénération, il peut être nécessaire de traiter le biogaz pour en éliminer les composants indésirables (p. ex. la désulfuration par injection d'air peut s'avérer insuffisante et d'autres composants tels que les COV et les siloxanes doivent être éliminés). Le traitement du biogaz peut par exemple s'effectuer sur un filtre à charbon actif.

La valorisation du biogaz via le biométhane exige un traitement plus poussé. Différentes technologies d'épuration du biogaz peuvent être employées. Une analyse des risques spécifique doit être mise en œuvre. Des recommandations générales sont données dans la suite du document. Pour garantir le maintien en température du digesteur (et du post-digesteur), une chaudière doit être mise en place (combustion du biogaz ou des gaz effluents résultant du système d'épuration).

Il convient de noter que le biogaz peut également être valorisé exclusivement par production de chaleur ou d'électricité (cas non décrit dans le présent document).

5.9.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi à travers des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 18 – Analyse des risques simplifiée pour la valorisation du biogaz – unité de cogénération et système de d'épuration

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Risque d'incendie dû à une fuite d'huile thermique ou au filtre à charbon actif	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux incombustibles pour la salle du système de cogénération/d'épuration - Détection et protection contre les incendies 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance du filtre à charbon actif conformément aux recommandations du fabricant/fournisseur - Il est impératif de vérifier quotidiennement le niveau d'huile du moteur
Risque d'explosion : une fuite de biogaz ou de biométhane peut entraîner la formation d'une atmosphère explosive	<ul style="list-style-type: none"> - Les équipements, électriques et autres, doivent être adaptés à la zone ATEX - Ventilation mécanique pouvant fonctionner même en atmosphère ATEX - Détecteur de gaz fixe pour le CH₄ dans la pièce 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance spécifique des équipements ATEX - Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs
Risque d'intoxication : fuite de biogaz dans une zone confinée qui peut entraîner une anoxie ou une intoxication par CO ₂ (et par H ₂ S en cas de désulfuration insuffisante)	Ventilation mécanique	Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs
Risque de brûlure dû à la récupération de chaleur dans l'unité de cogénération	Protection des canalisations transportant la chaleur pour éviter des brûlures pour les opérateurs	-
Risque électrique dû à la production d'électricité (spécifique à l'unité de cogénération)	-	Personnel habilité uniquement

5.9.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

Unité de cogénération

- Les équipements, électriques et autres, doivent être adaptés à la zone ATEX (voir p. 12)
- La pièce du moteur de cogénération doit être construite avec des matériaux incombustibles, en particulier d'isolation thermique (p. ex. laine minérale). Tout matériau d'isolation inflammable (polystyrène, polyuréthane expansé, etc.) et revêtement en bois doivent être évités, ainsi que tout stockage d'huile thermique dans la pièce de l'unité de cogénération. Des matériaux incombustibles doivent être utilisés (classe A1 selon la norme EN 13501-1+A1) et les parois et le sol doivent présenter une résistance au feu de 2 heures (REI 120).

- Les gaz d'échappement doivent être évacués au-dessus du niveau accessible le plus élevé et à une distance minimale des bâtiments et des zones de circulation (les distances dépendent des réglementations locales).
- L'arrête-flamme doit être installée devant l'équipement brûlant le gaz, aussi près que possible de l'équipement, conformément aux instructions du fabricant.
- Les raccords doivent être souples et résistants aux vibrations.
- L'unité de cogénération et l'armoire électrique doivent être séparées par un mur en matériau incombustible.
- Dans le cas du moteur de cogénération, toute pression située en dehors de la plage de fonctionnement optimal du moteur entraîne l'arrêt de l'alimentation via une vanne automatique reliée à une vanne manuelle.
- Un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence permettant d'arrêter le moteur et une vanne manuelle d'arrêt de l'alimentation en biogaz doivent être installés à l'extérieur de la salle de l'unité de cogénération. Ces dispositifs doivent être clairement identifiés et facilement accessibles.
- Le fonctionnement d'une unité de cogénération dépend du débit de biogaz. Une vanne pneumatique, contrôlée par le débit de biogaz, doit être mise en place pour arrêter l'alimentation en biogaz en cas de débit de biogaz anormal. Cette vanne doit être couplée à une vanne manuelle.
- Les canalisations transportant la chaleur doivent être protégées pour éviter que les opérateurs ne se brûlent.
- Un détecteur de gaz fixe pour le CH₄ doit être installé. Toute détection de gaz au-delà de 60 % de la LIE de CH₄ (valeur pour la France) entraîne un arrêt de sécurité de toute installation susceptible d'entrer en contact avec l'atmosphère explosive. L'arrêt de l'alimentation en gaz est assuré par deux vannes automatiques redondantes placées en série sur la ligne d'alimentation en gaz. Ces vannes sont contrôlées par des capteurs de détection de gaz et un pressostat. Ces vannes garantissent la fermeture de l'alimentation en combustible gazeux dès qu'une fuite de gaz est détectée.
- La salle doit être dotée d'une ventilation mécanique pouvant fonctionner même en atmosphère ATEX. La ventilation fonctionne en permanence, y compris en cas d'arrêt des équipements.

Épuration du biogaz

- Mêmes recommandations que pour l'unité de cogénération (sauf en ce qui concerne les gaz d'échappement, le système de chauffage et le danger électrique).

5.9.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

Unité de cogénération

- Les paramètres de fonctionnement doivent être contrôlés pour prévenir toute situation dangereuse.
- Il est impératif de vérifier quotidiennement le niveau d'huile du moteur (un détecteur de niveau d'huile est recommandé).
- Certains moteurs (double combustible) nécessitent du diesel pour fonctionner. Le stock de diesel doit être séparé de l'unité de cogénération.
- Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs (voir p. 53).

- L'huile de moteur et l'huile usagée (avant enlèvement) doivent être stockées à l'extérieur de la salle de l'unité de cogénération.
- Les changements d'huile et de bougies d'allumage doivent s'effectuer conformément aux recommandations du fabricant/fournisseur, p. ex. respectivement toutes les 600 et les 1 200 heures. Il convient de noter qu'il est recommandé d'effectuer une analyse de l'huile (normalement pendant un changement d'huile pour ajuster la fréquence des changements d'huile).
- Une maintenance préventive conformément aux recommandations du fabricant/fournisseur est obligatoire (l'établissement d'un contrat de maintenance est fortement recommandé).
- La maintenance et l'étalonnage des détecteurs fixes (CH₄) doivent être effectués conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.

Épuration du biogaz

- Les paramètres de fonctionnement doivent être contrôlés pour prévenir toute situation dangereuse.
- Les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs (voir p. 53).
- La maintenance préventive doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant (l'établissement d'un contrat de maintenance est fortement recommandé).
- La maintenance des détecteurs fixes (CH₄) doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.

5.9.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux



Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque installation.

Tableau 19 – Proposition de zonage ATEX pour la valorisation du biogaz

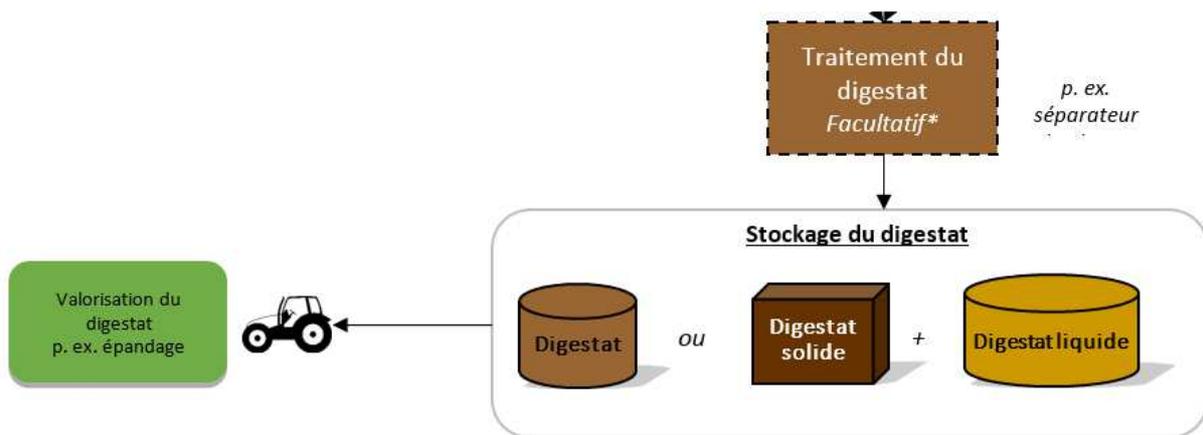
Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Salle de l'unité de cogénération	Intérieur de la salle	Zone 2 : salle entière	En cas de présence d'une ventilation mécanique continue et de détecteurs de gaz dédiés au fonctionnement de l'unité de cogénération, il est possible de ne pas classer la salle
Système d'épuration	Intérieur de la salle	Zone 2 : salle entière	En cas de présence d'une ventilation mécanique continue et de détecteurs de gaz dédiés au fonctionnement de l'unité d'épuration, il est possible de ne pas classer la salle

5.10. Traitement, stockage et enlèvement du digestat



Installation de DA de Nouzilly – Visite de novembre 2016

5.10.1. Brève description



Les réactions biologiques qui se déroulent dans le digesteur (et le post-digesteur) entraînent la production de biogaz. Cependant, toutes les matières organiques ne sont pas dégradées et un sous-produit solide, appelé digestat, est obtenu. Ce digestat doit être retiré du digesteur (ou du post-digesteur) pour être stocké avant d'être, par exemple, épandu sur des exploitations agricoles (des restrictions s'appliquent sur les périodes l'épandage).



Image 9 – Séparateur de phases
(unité de méthanisation de Nouzilly)

Généralement, le digestat subit un post-traitement. Le digestat peut être séparé en deux phases : une phase liquide et une phase solide, dotées de caractéristiques agronomiques différentes. Cette séparation peut s'effectuer à l'aide d'une presse ou d'une centrifugeuse. Il est également possible de déshydrater le digestat en utilisant la chaleur produite par la valorisation du biogaz via une unité de cogénération. Dans ce cas, une analyse spécifique des risques doit être effectuée.

5.10.2. Analyse des risques simplifiée

Le tableau ci-dessous présente une analyse des risques simplifiée. Le lien entre les risques à éviter/gérer et les bonnes pratiques pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, est établi à travers des exemples. Plus de détails sont fournis dans les parties suivantes du document.

Tableau 20 – Analyse des risques simplifiée pour le traitement, le stockage et l'enlèvement du digestat

Principal risque à éviter/gérer	Exemples de bonnes pratiques pour la conception et la construction	Exemples de bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance
Danger d'explosion et d'incendie : du méthane peut être produit par la fraction restante des matières fermentescibles présentes dans le digestat	<ul style="list-style-type: none"> - Équipements adaptés aux zones ATEX et panneaux d'avertissement - Utilisation de matériaux incombustibles dans la salle de traitement du digestat - Ventilation pour l'équipement de stockage 	-
Danger d'intoxication : H₂S et NH₃ peuvent toujours être produits par le digestat	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilation mécanique pour l'unité de déshydratation ; de plus, l'air doit être filtré pour éliminer les polluants - Ventilation pour l'équipement de stockage 	-
Danger mécanique dû au traitement du digestat	Les pièces en mouvement de la presse ou de la centrifugeuse ne doivent pas pouvoir être atteintes par les opérateurs	Une procédure doit être établie pour éviter tout démarrage de l'équipement pendant la maintenance
Danger de brûlure en cas de déshydratation du digestat	Protection des canalisations transportant la chaleur pour éviter des brûlures pour les opérateurs	-
Lors du transfert du digestat pour son enlèvement, les dangers sont similaires à ceux décrits pour l'approvisionnement en intrants (dangers sanitaire, d'explosion et d'intoxication)	Mettre en place les équipements étanches correspondants (pompes, canalisations, etc.)	Pendant l'enlèvement du digestat, il convient de prendre les mêmes précautions que lors de la livraison des intrants
Danger pour l'environnement en cas de débordement du réservoir de stockage (digestat brut et liquide) ou de production de lixiviat pendant le stockage du digestat solide	<ul style="list-style-type: none"> - Les canalisations de transfert du digestat sont adaptées aux caractéristiques corrosives du digestat et doivent être étanches aux gaz (ainsi que résistants à la pression, aux UV et à la chaleur) - Les caractéristiques chimiques doivent être prises en compte lors du choix des matériaux pour l'équipement de stockage - La capacité de stockage doit être suffisante pour stocker la totalité du digestat en fonction des contraintes locales - Des capteurs de niveau haut doivent être mis en place dans les cuves/fosses couvertes - Imperméable avec un système d'évacuation pour le lixiviat 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôler l'intégrité structurelle du stockage au moins une fois par an - Si le digestat ne peut pas être enlevé pour une raison quelconque (p. ex. conditions climatiques empêchant l'épandage), une solution/procédure supplémentaire d'enlèvement du digestat doit être établie (ce qui permet à l'unité de continuer à fonctionner)

5.10.3. Conception et construction : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Les équipements doivent être adaptés aux zones ATEX et les panneaux d'avertissement correspondants doivent être installés (voir p. 12).
- Les canalisations de transfert du digestat depuis le digesteur doivent être adaptées aux caractéristiques corrosives du digestat et doivent être étanches aux gaz (ainsi que résistants à la pression, aux UV et à la chaleur). Les matériaux recommandés sont le PE-HD et l'acier inoxydable.
- Les canalisations doivent être à l'épreuve du gel (p. ex. présence d'une enveloppe chauffante).
- La salle de traitement du digestat doit être construite avec des matériaux incombustibles (classe A1 selon la norme EN 13501-1+A1) et les parois et le sol doivent présenter une résistance au feu de 2 heures (REI 120).
- Les pièces en mouvement de la presse et de la centrifugeuse ne doivent pas pouvoir être atteintes par les opérateurs.
- Une ventilation mécanique doit être installée dans l'unité de déshydratation ; de plus, l'air doit être filtré pour éliminer les polluants.
- Les équipements de stockage du digestat doivent être adaptés aux caractéristiques chimiques de ce dernier.
- La capacité de stockage doit être suffisante pour stocker la totalité de la production de digestat sur la période où l'épandage est impossible.
- Dans le cas du digestat brut ou liquide, un capteur de niveau haut doit être installé sur le réservoir de stockage.
- L'équipement de stockage doit être doté d'une ventilation.
- Les opérateurs doivent être protégés contre les brûlures par les canalisations transportant la chaleur (en particulier dans le cas de l'unité de déshydratation).
- L'enlèvement du digestat doit être effectué de sorte à éviter tout déversement : fournir les équipements étanches correspondants (pompes, canalisations, etc.).

5.10.4. Exploitation et maintenance : bonnes pratiques de sécurité à partager

Les bonnes pratiques suivantes sont issues de retours d'expérience dans les unités de méthanisation et visent à respecter les exigences réglementaires. Les bonnes pratiques peuvent évoluer à la lumière de l'expérience sur le terrain des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.

- Une procédure de maintenance des équipements tels que la centrifugeuse doit être mise en place pour éviter tout démarrage pendant l'intervention par l'utilisateur.
- Un contrôle des équipements doit être effectué pour prévenir tout dysfonctionnement.
- Une maintenance préventive des équipements doit être effectuée conformément aux recommandations du fournisseur/fabricant.
- Pendant l'enlèvement du digestat, il convient de prendre les mêmes précautions que lors de la livraison des intrants.
- Si le digestat ne peut pas être enlevé pour une raison quelconque (p. ex. conditions climatiques empêchant l'épandage), une solution/procédure supplémentaire d'enlèvement du digestat doit être établie (ce qui permet à l'unité de continuer à fonctionner).
- Contrôler l'intégrité structurelle du stockage au moins une fois par an.

METHANISATION SÈCHE DE TYPE GARAGE

- Le déchargement d'un digesteur de type garage constitue une opération délicate. En effet, avant toute pénétration à l'intérieur du digesteur, le système d'inertage doit être activé et cette étape doit être suivie d'une ventilation mécanique (voir p. 50).
- De plus, des fuites abondantes de lixiviat peuvent se produire lors de l'ouverture de la porte du digesteur, en particulier si la grille du digesteur est colmatée. Des mesures préventives doivent être mises en place pour éviter ce problème.
- Pendant le déchargement du digesteur, il convient de porter une attention particulière à la composition atmosphérique (O₂, H₂S, NH₃, CO₂ et CH₄) pour prévenir tout risque pour les opérateurs (anoxie, intoxication et atmosphère explosive).
- L'engin utilisé pour le déchargement présente les mêmes caractéristiques que l'engin de chargement.
- Le digestat est solide à la fin du procédé de méthanisation. Aucune phase de séparation n'est nécessaire. Le digestat solide est stocké avant son épandage ou son compostage, par exemple.

5.10.5. Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux



Le tableau ci-dessous constitue une **proposition** de classification des emplacements dangereux ATEX. Une classification spécifique doit être établie pour chaque

Tableau 21 – Proposition de classification ATEX des emplacements dangereux pour le traitement et le stockage du digestat

Élément de l'unité	Localisation de la zone ATEX	Type et taille de la zone	Commentaires
Stockage du digestat (brut, liquide et solide)	Ciel gazeux de la fosse couverte ou de la cuve	Zone 2 : ciel gazeux de la fosse ou de la cuve	Zone présente en cas de réaction méthanisation incomplète et de présence de biogaz résiduel
	Soupape/évent de la fosse ou de la cuve	Zone 2 : sphère de 1 mètre de rayon	-
Salle de traitement du digestat	Intérieur de la salle	Zone 2 : salle entière	En cas de ventilation mécanique continue, la zone peut ne pas être classée

Conclusion

Grâce à la combinaison des compétences internes, à la collaboration avec INERIS Développement et l'INERIS et à des échanges constructifs avec des experts européens, ce guide réunit les connaissances actuelles sur les règles en matière de santé et de sécurité dans les unités de méthanisation.

Il est organisé en étapes techniques, depuis de l'approvisionnement en intrants jusqu'à la valorisation du biogaz et l'enlèvement du digestat. Pour chaque étape, une analyse des risques simplifiée est effectuée pour identifier les principaux risques à éviter/gérer, et les bonnes pratiques correspondantes pour la conception et la construction d'une part, et l'exploitation et la maintenance d'autre part, sont décrites. De plus, une classification ATEX est proposée pour chaque étape technique. Des informations supplémentaires sur les équipements de sécurité sont réunies dans une section dédiée (voir p. 47), tandis que les annexes (voir p. 68) présentent des points spécifiques tels que les réglementations dans les pays visés par le présent guide (Royaume-Uni, France, Allemagne, Pays-Bas, Suisse, Belgique et Autriche).

Il est important de noter que ce guide a pour objectif de donner des recommandations générales, et non de répondre à tous les cas particuliers possibles au niveau des diverses unités de méthanisation. Une analyse des risques spécifique doit être effectuée pour chaque unité de méthanisation. Ce guide est destiné à accompagner cette procédure.

Ce guide constitue une première étape dans le processus de collecte et de compilation des connaissances sur les règles en matière de santé et de sécurité dans les unités de méthanisation. Il sera régulièrement mis à jour à la lumière des retours des équipes d'ENGIE et de leurs partenaires.



Références

- ADEME. (2014). *Benchmark des stratégies européennes des filières de production et de valorisation de biogaz.*
- ATEE Club Biogaz. (2011). *Guide des bonnes pratiques pour les projets de méthanisation.*
- Australian Pork Limited. (2015). *Code of practice for on-farm biogas production and use at piggeries.*
- Charpentier, D. (2003). *Méthodologie d'évaluation des dispositifs assurant la sécurité des installations classés pour la protection de l'environnement.*
- Fachverband Biogas e.V. (German Biogas Association). (2015). *Risk Assessment and Safety Guidelines of Biogas Plants.*
- German Agricultural Occupational Health and Safety Agency. (2008). *Safety Rules for Biogas Systems.*
- German Biogas Association and GIZ. (2016). *Guidelines for the safe use of biogas technology.*
- INERIS. (2008). *Etude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles.*
- INERIS. (2009). *Règles de sécurité des installations de méthanisation agricole.*
- INERIS. (2010). *Mise au point d'un réacteur pilote de méthanisation de 5 litres.*
- INERIS DEVELOPPEMENT. (2016). *Handbook for biogas safety in the agricultural sector.*
- INERIS. (s.d.). *Émissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère - Ammoniac.*
- INRS. (1999). *Intoxication par inhalation de dioxyde de carbone.*
- INRS. (2007). *Fiche toxicologique FT 16 - Ammoniac et solutions aqueuses.*
- INRS. (2013). *Méthanisation de déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire (Anaerobic digestion of livestock farming, agricultural and agri-food waste).*
- INRS. (2014). *Les espaces confinés.*
- Malaysian Department of Occupational Safety and Health. (s.d.). *Guidelines on Occupational Safety and Health in Construction, Operation & Maintenance of Biogas Plant.*
- Mignon, C. (2011). *Cadre administratif et législatif pour la mise en oeuvre d'une unité de biométhanisation en Région wallonne.*
- Préfecture de Meurthe-et-Moselle. (2016). *Guide des démarches administratives à l'attention des porteurs de projet.*
- RECORD. (2013). *Production et distribution de biogaz. Santé et sécurité des opérateurs.*
- Zdanevitch, I. (2014). *Les conditions de travail dans les installations de compostage et de méthanisation.* INERIS.

Annexes

I. Réglementations européennes ATEX

Il existe deux directives européennes ATEX. La première est la directive 1999/92/CE, qui vise à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.

Points clés de la directive ATEX 1999/92/CE

La directive exige de l'employeur qu'il évalue l'existence d'un risque d'explosion et, si le risque existe, qu'il prenne des mesures à caractère technique et organisationnel pour :

- éviter la formation d'une atmosphère explosive, ou si cela est impossible,
- prévenir son inflammation, ou si cela est impossible,
- réduire les effets de l'explosion à un niveau suffisamment bas pour que les travailleurs ne soient pas blessés.

L'employeur évalue les risques spécifiques engendrés par des atmosphères explosives, en tenant compte au moins :

- de la probabilité que des atmosphères explosives se présentent et persistent,
- de la probabilité que des sources d'inflammation, y compris des décharges électrostatiques, soient présentes et deviennent actives et effectives,
- des installations, des substances utilisées, des procédés et de leurs interactions éventuelles,
- de l'étendue des conséquences prévisibles.

Les risques d'explosion doivent être évalués globalement.

L'employeur subdivise en zones les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter, conformément à l'annexe I de la directive ATEX 1999/92/CE.

L'employeur veille à ce que les prescriptions minimales figurant à l'annexe II de la directive ATEX 1999/92/CE soient appliquées aux emplacements englobés par la définition des emplacements dangereux.

Si nécessaire, les emplacements, où des atmosphères explosives peuvent se présenter en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs, sont signalés au niveau de leurs accès respectifs, conformément à l'annexe III de la directive ATEX 1999/92/CE.

Lorsqu'il s'acquitte des obligations prévues à l'article 4, l'employeur s'assure qu'un document, ci-après dénommé « document relatif à la protection contre les explosions », est établi et tenu à jour.

La seconde directive est la directive 2014/34/UE (elle remplace la directive 1994/9/CE depuis le 20 avril 2016), qui vise l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (refonte).

Points clés de la directive 2014/34/UE (d'après <http://eur-lex.europa.eu/>)

La directive définit les responsabilités des fabricants, des importateurs et des distributeurs dans le contexte de la vente d'appareils et de systèmes de protection destinés à l'utilisation dans des atmosphères explosives.

- Tous les produits vendus sur le territoire de l'UE doivent porter le marquage de conformité CE pour montrer qu'ils répondent à toutes les exigences de sécurité de la législation de l'UE.
- Avant d'obtenir le marquage CE, le fabricant doit évaluer la sécurité et la conformité des produits, et éditer une documentation technique.
- Les importateurs doivent vérifier que les fabricants ont correctement mis en œuvre les évaluations de conformité. Dans le cas contraire, ils doivent en informer l'autorité de surveillance de la sécurité.

- Toute la documentation nécessaire doit être archivée et conservée pendant 10 ans.
- La documentation et les informations de sécurité doivent être rédigées dans une langue aisément compréhensible par les utilisateurs finaux.
- Les fabricants et les importateurs doivent indiquer leur adresse postale sur leurs produits.
- Les fabricants peuvent communiquer aux autorités de surveillance de la sécurité les informations nécessaires à la démonstration de la conformité d'un produit par des moyens électroniques.

De plus, la directive détaille les étapes à suivre pour les autorités nationales contrôlant la sécurité afin d'identifier et de prévenir l'importation de produits dangereux à partir de pays hors UE.

II. Directive machines (2006/42/CE)

Les informations suivantes proviennent du site Web EUR-Lex (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=URISERV:l21001>).

1. Rôle de la directive machines (2006/42/CE) :

- Elle autorise la libre circulation dans l'Union Européenne (UE) des machines conformément aux exigences européennes de sécurité et de santé. Elle garantit donc la protection des travailleurs et du public lors de l'utilisation ou du contact avec des machines.
- Elle établit les normes obligatoires et volontaires en la matière.
- Elle s'applique uniquement aux produits lors de leur première mise sur le marché européen.
- Elle contribue à rendre l'UE plus innovante, efficace et compétitive.

2. Points clés de la directive machines (2006/42/CE) :

La directive s'applique aux machines, équipements interchangeables, composants relatifs à la sécurité, accessoires de levage, chaînes, câbles et sangles, dispositifs amovibles de transmission mécanique et quasi-machines.

Elle ne couvre pas les autres types de machines, comme celles utilisées dans les fêtes foraines, le secteur nucléaire, les laboratoires, les mines, ou à des fins militaires ou de maintien de l'ordre.

Les fabricants doivent :

- mener une évaluation des risques afin de déterminer les exigences de santé et de sécurité qui s'appliquent à leurs machines
- prendre en compte les résultats de l'évaluation des risques lors de la conception et de la fabrication de leurs machines
- déterminer les limites de l'usage normal de leurs machines
- recenser les dangers éventuels
- estimer les risques d'une éventuelle blessure ou atteinte grave à la santé et prendre les mesures nécessaires pour rendre leurs machines plus sûres
- s'assurer que leurs machines respectent les exigences essentielles de santé et de sécurité énoncées à l'annexe I de la directive
- fournir un document technique confirmant la conformité de leurs machines aux exigences de la directive
- s'assurer qu'ils appliquent les procédures d'évaluation de la conformité et qu'ils mettent à disposition toutes les informations nécessaires, notamment les instructions d'assemblage et d'utilisation
- veiller à remplir la déclaration de conformité CE et à ce que le marquage « CE » de conformité a été apposé sur leurs machines permettant son utilisation dans l'ensemble de l'UE

N.B. : Pour plus d'informations, le lien indiqué ci-dessus permet de télécharger la directive dans les différentes langues de l'Union européenne.

III. Éléments Importants pour la Sécurité - EIPS

La prévention des accidents majeurs se base sur l'analyse des risques, qui permet d'identifier les divers accidents majeurs susceptibles d'affecter la sécurité des personnes et de l'environnement ainsi que les fonctions importantes de sécurité qui leur sont associées. Une fois les accidents majeurs identifiés, le but des EIPS est de prévenir et de contrôler les dérives ou pannes susceptibles d'entraîner un accident majeur. Pour chacun de ces dysfonctionnements, des éléments de sécurité sont choisis. Parmi ces éléments, certains sont classés comme EIPS car ils contribuent de façon prédominante à la fonction de sécurité prévenant les accidents majeurs.

Pour être considéré comme un EIPS, un élément (opération ou équipement) doit être choisi parmi les protections conçues pour prévenir l'apparition d'un événement susceptible d'entraîner un accident majeur, ou pour en limiter les conséquences.

Les accidents majeurs qui doivent être pris en compte sont les suivants (en fonction de l'analyse des risques qui doit être effectuée pour chaque unité de méthanisation) :

1. Explosion dans le digesteur, post-digesteur ou système de stockage de gaz complémentaire
2. Explosion dans le système de d'épuration ou container de la cogénération, ou chaufferie (le cas échéant)
3. Explosion extérieure après dégradation du digesteur, post-digesteur ou stockage de gaz, ou après rupture guillotine des canalisations de biogaz (ou de biométhane)
4. Incendie dû au stockage de déchets solides, feu torche après rupture guillotine des canalisations de biogaz (ou des canalisations de biométhane)
5. Intoxication à l'H₂S due au rejet de biogaz (dégradation du stockage, rupture guillotine des canalisations, défaut de la torchère) ou due au rejet de H₂S par mélange de matières incompatibles
6. Déversement de digestat (dégradation du digesteur, post-digesteur ou stockage de digestat)

Pour prévenir ces accidents, les principaux équipements/opérations à prévoir sont les suivants :

1. Le digesteur, le post-digesteur et le stockage de gaz sont à équiper de soupapes résistantes au gel, de capteurs de pression (haute et basse), d'un contrôle de la teneur en O₂ dans la phase gazeuse du digesteur en cas d'injection d'air pour la désulfuration (3 à 5 % de O₂, max 8 % de O₂), d'équipements ATEX et d'événements d'explosion (les doubles membranes peuvent jouer ce rôle).
2. Les locaux d'épuration du biogaz, l'unité de cogénération ou la chaudière doivent être équipées d'une ventilation forcée qui peut fonctionner même dans les atmosphères ATEX, de détecteurs de CH₄, d'un dispositif d'arrêt automatique du flux de biogaz si détection de CH₄, et d'un bouton d'arrêt d'urgence extérieur.
3. Le digesteur, le post-digesteur et le stockage de gaz doivent être équipés de capteurs de pression, de doubles membranes résistantes à la corrosion et aux UV, de systèmes de sécurité permettant de maintenir les membranes en place. Les canalisations de biogaz (et biométhane) doivent être en PE-HD ou en acier inoxydable pour prévenir tout dégât prématuré, équipés de capteurs de pression, et protégés des chocs mécaniques. Une signalisation ATEX doit être en place.
4. La température des déchets solides stockés doit être contrôlée (p. ex. une fois par semaine). Pour les canalisations de biogaz (ou de biométhane), les mesures sont les mêmes qu'au point 3.
5. Mêmes mesures que ci-dessus (point 3) et la concentration de H₂S dans le biogaz doit être mesurée avec des capteurs appropriés pour ajuster les paramètres du système de désulfuration afin de réduire autant que possible la quantité de H₂S dans le biogaz. Le mélange d'intrants incompatibles doit être évité, une ventilation adéquate des équipements de stockage doit être mise en place, et les opérateurs doivent porter des détecteurs de gaz portatifs.
6. Le digesteur, le post-digesteur et le stockage du digestat sont équipés de capteurs de niveau haut pour éviter les débordements (couplés aux pompes ou autres systèmes) et une zone de rétention doit être mise en place et dimensionnée en fonction du volume des trois équipements susmentionnés.

Les EIPS définis pour l'installation doivent être clairement identifiés dans les procédures, sur site et dans le plan de maintenance. Ils doivent être testés régulièrement.

IV. Travaux par point chaud

Les informations réunies ci-après sont tirées de (INERIS DEVELOPPEMENT, 2016).

Définition

Les travaux par point chaud sont définis comme toute activité impliquant des flammes nues, de la chaleur et/ou des étincelles pouvant entraîner des incendies/explosions. Il peut également inclure des travaux électriques ou mécaniques dans des zones à risque d'incendie/explosion. Les travaux par point chaud incluent typiquement des opérations telles que :

- l'enlèvement de matière ou démontage d'équipements (découpe, broyage, ébarbage, etc.) ;
- les opérations d'assemblage (soudage, brasage, oxycoupage) ou d'étanchéité (bitume).

Ces travaux peuvent générer des sources d'inflammation suffisamment énergétiques pour provoquer des incendies de matières combustibles ou des explosions en cas de rejet de biogaz dans l'atmosphère (canalisations de biogaz, soupape de sécurité ou rénovation du digesteur, etc.) ou en espace confiné. Le retour d'expérience montre que plus de 30 % des incendies ont été provoqués par des travaux par point chaud.

Permis de feu (les informations présentées ci-après peuvent être comparées à A-002 :

http://biogas.org/edcom/webfwb.nsf/id/DE_A-002-Einweisungsprotokoll-fuer-Nachunternehmer-und-Mitarbeiter?open&ccm=030040).

Dans le processus de réduction des risques d'incendie ou d'explosion, il est nécessaire d'éviter la présence de matières combustibles et de biogaz dans les zones de travaux par point chaud et de protéger le stockage et les équipements sensibles. Ceci peut être effectué en mettant en place un « permis de feu » spécifique, dont l'objectif est de réduire au maximum les risques d'incendie et d'explosions inhérents aux travaux par point chaud, qu'ils soient effectués par un sous-traitant ou par l'équipe du site.

Le permis de feu est délivré par le manager de l'unité ou son représentant qualifié pour chaque travail par point chaud effectué par les équipes de l'unité ou un sous-traitant. Il doit être renouvelé à chaque changement d'opération, d'emplacement ou de méthode de travail sur le site.

Le permis de feu est obligatoire pour chaque travail par point chaud. Il doit être formalisé par écrit et expliqué. Chaque travailleur doit connaître les risques et les mesures de réduction des risques qui doivent être mises en place, et s'engager à respecter les règles d'intervention.

Dans le cas d'un sous-traitant, avant toute activité, le lieu de travail doit être visité par les représentants de l'entreprise de sous-traitance pour effectuer une analyse des risques et pour déterminer les mesures de sécurité pertinentes pour les travaux à effectuer. Une fois ceci effectué, le permis de feu peut être délivré.

Bonnes pratiques pour la mise en place du permis de feu

- Un permis de feu doit être délivré pour chaque travail par point chaud exécuté hors d'une zone de sécurité dédiée (tels que les ateliers de maintenances qui sont adaptés à l'exécution sécurisée des activités de découpe et de soudage). Le permis de feu peut uniquement être délivré par le manager qualifié de l'unité. Les permis de feu sont délivrés pour une durée définie et limitée qui ne doit pas dépasser la fin du poste de travail pour cette équipe. Les permis qui sont à nouveau délivrés après les changements d'équipe permettent de garantir la bonne communication de toutes les informations et instructions relatives au travail d'une équipe à l'autre.
- Avant le début d'un travail par point chaud, le manager de l'unité de méthanisation vérifie méticuleusement le lieu de travail pour comprendre l'étendue du travail et pour vérifier que toutes les mesures pertinentes ont été mises en place. Les points suivants doivent être contrôlés :
 - o description complète de la tâche à accomplir ;

- clarification des zones et des équipements affectés par le travail ;
 - identification des travailleurs qui vont accomplir les tâches ;
 - contrôle de tous les dangers potentiels associés au travail (dans certains cas, une analyse de risques doit être effectuée avant de commencer le travail) ;
 - contrôle de tous les équipements qui sont utilisés pendant le travail et confirmation du fait que les équipements de soudage et de découpe sont en bon état ;
 - vérification que les extincteurs mobiles et les robinets incendie armés sont prêts, aisément accessibles et en bon état ;
 - vérification que toutes les matières combustibles, y compris les liquides inflammables, les poussières et les résidus d'huile ont été enlevés dans un rayon de 11 m autour de la zone de travail. Les feux, les flammes nues et les cigarettes sont interdits à l'intérieur des zones ATEX. Cette interdiction doit également être affichée conformément aux réglementations ;
 - contrôle que les matériaux combustibles non enlevés sont couverts d'une bâche ignifugée ;
 - vérification que tous les matériaux combustibles ont été balayés du sol ;
 - confirmation que toutes les ouvertures dans les murs et le sol sont couvertes ;
 - les conduits et les systèmes de convoyage susceptibles de transporter les étincelles jusqu'aux matières combustibles distantes doivent être protégés et/ou arrêtés ;
 - si le travail par point chaud s'effectue à proximité de murs, cloisons ou toits combustibles, ces derniers doivent être protégés par des bâches ignifugées ;
 - en cas d'exposition potentielle à un liquide ou gaz inflammable ne pouvant être entièrement éliminé (dont le biogaz), une surveillance permanente doit être effectuée avec un dispositif de mesure de gaz mobile calibré à tous les emplacements à risque.
- Après une inspection satisfaisante du lieu de travail, le directeur de l'unité de production de biogaz délivre un permis signé à l'opérateur de travail par point chaud. La personne qui délivre le permis désigne les opérateurs de travail par point chaud et l'opérateur en charge de la surveillance.
 - Des copies du permis doivent être affichées dans la zone de travail et dans un emplacement centralisé (p.ex. bureau du manager) jusqu'à la fin du travail ou l'expiration du permis. Ceci permet au manager qui délivre le permis et à toute autre personne concernée d'identifier immédiatement le type et l'emplacement de tous les travaux par point chaud en cours sur le site.
 - Le manager du site doit rester attentif pendant toute la durée du travail par point chaud, ainsi que 30 minutes après la fin du travail pour repérer et éteindre les éventuels feux couvants. Ensuite, le manager doit également effectuer des inspections régulières de la zone au moins toutes les 30 minutes jusqu'à ce qu'une durée de 120 minutes après la fin du travail par point chaud se soit écoulée.
 - Le manager qui délivre le permis de feu doit déterminer la durée de la surveillance en fonction des conditions réelles sur le site et du potentiel de présence de feux couvants. Une durée de 120 minutes après la fin du travail par point chaud est recommandée par les compagnies d'assurances. Cette durée peut être réduite par intervalles de 30 minutes pour chaque facteur positif de la liste suivante qui s'applique :
 - protection du bâtiment par un système de protection automatique de type sprinkler ;
 - absence de matériaux de construction combustibles (par exemple bois, plastique, bitume, etc.) dans le toit, les murs ou les sols, y compris des matériaux d'isolation. En cas d'incertitude sur ces matériaux, il est impératif de ne pas soustraire les 30 minutes ;
 - toutes les matières combustibles, y compris les liquides inflammables, les poussières et les résidus d'huile, sont situées à l'extérieur du lieu de travail, à une distance d'au moins 11 m.

- Une surveillance active et continue de 2 heures est recommandée après la fin du travail par point chaud pour chaque travail au chalumeau d'étanchéité de toiture, y compris les réparations.
- Après la fin des rondes incendie, le permis de feu est rendu à la personne l'ayant délivré, qui doit alors effectuer une inspection finale de la zone avant de mettre définitivement fin au permis de feu. Le permis de feu doit être conservé et archivé pendant au moins un an.

V. Liste de contrôle pour faciliter la procédure d'évaluation d'une unité de méthanisation

Cette liste a pour objectif d'indiquer les points généraux à contrôler avant de choisir d'exploiter une unité de méthanisation. La prise en compte de cette liste doit constituer à ce titre une première étape.

- Plan de l'unité de méthanisation (mis à jour en cas de modification)
- L'analyse des risques de l'installation doit avoir été effectuée et les mesures correspondantes doivent avoir été prises (y compris la classification ATEX des emplacements dangereux, les équipements adaptés aux zones ATEX et la signalisation des zones ATEX).
- Conformité vis-à-vis des réglementations HSE (Hygiène Santé et Sécurité) - locales, nationales, etc.
- Rapport de vérification de l'unité de méthanisation avant sa mise en service
- Comptes rendus d'accidents et d'incidents → Mesures correctives efficaces prises pour éviter tout accident et incident similaire
- Les procédures d'intervention et de maintenance doivent avoir été établies, ainsi que les procédures de démarrage et d'arrêt de tous les équipements ainsi qu'un plan d'urgence.
- Formation du personnel travaillant sur l'unité de méthanisation
- Contrôle de la qualité des matériaux de construction pour éviter tout dégât et/ou accident prématuré (p. ex. les canalisations doivent être fabriquées en PE-HD ou acier inoxydable)
- Des équipements de sécurité doivent être mis en place dans l'unité de méthanisation :
 - o Soupapes de sécurité (protégée contre le gel) pour prévenir les sur- ou sous-pressions dans le digesteur, le post-digesteur et le système de stockage de gaz complémentaire. Ces trois équipements doivent également être reliés à la torchère dans le cas où les soupapes de sécurité s'avèreraient insuffisantes pour réduire la pression
 - o Protection contre la foudre adaptée aux risques locaux et protection des éléments importants pour la sécurité (EIPS).
 - o Détection et alarmes incendie et système de lutte contre l'incendie correctement installés (extincteurs, robinets incendie armés, etc.).
 - o Les détecteurs de gaz doivent être correctement installés et des détecteurs de gaz portatifs doivent être mis à la disposition des opérateurs.
 - o Une ventilation appropriée doit être en place dans les zones (semi-)confinées.
- Les distances de sécurité doivent être respectées et les matériaux de construction incombustibles.
- Le système de désulfuration doit être correctement installé pour éviter que le sulfure d'hydrogène (substance corrosive et toxique) n'endommage l'installation
- La maintenance préventive doit avoir été effectuée sur les équipements (avec une attention particulière aux équipements ATEX pour s'assurer du maintien de leurs caractéristiques)
- Protection contre les risques naturels tels que le vent, la neige, les inondations, etc.
- Dimensionnement adapté du stockage des intrants et du digestat (éviter tout mélange d'intrants, stockage de digestat suffisamment grand pour stocker la totalité de la production de digestat sur la période où l'épandage est impossible, etc.).

Points complémentaires (non directement liés à la sécurité)

- Existe-t-il des procédures de communication avec le voisinage (plaintes, etc.) et les autorités ?
- Assurance couvrant la totalité de l'installation (audit d'assurance)
- Procédures pour rapporter les pannes d'équipement et mesures correctives (par exemple pannes de l'unité de cogénération)
- Sécurisation de l'approvisionnement en intrants pour garantir la production de biogaz
- Analyse économique → existe-t-il une différence par rapport aux prévisions de revenus estimées ? Si tel est le cas, quelles en sont les raisons ? Surévaluation du potentiel méthane des intrants, maintenance plus fréquente que prévu, etc. ?

VI. Réglementations spécifiques aux pays visés et REX

Cette partie a pour objectif de décrire les principales réglementations liées à la sécurité et concernant les unités de méthanisation dans les pays visés. Cette liste n'est pas exhaustive et il convient de contacter les autorités compétentes.

i. France



Un site Web a été développé par l'INERIS à la demande du Ministère de l'environnement pour fournir un inventaire des informations relatives à la législation en matière d'environnement (<http://www.ineris.fr/aida/>).

Pour prévenir tout risque pour l'environnement et la santé généré par l'activité d'établissements tels que les unités de méthanisation, l'administration française a mis en place des exigences réglementaires pour les installations classées pour la protection de l'environnement (Code de l'environnement, article L 551-1 et suivants et article R 511-9 et suivants).

La classification dépend de divers paramètres, y compris du type de d'intrants et de la quantité de matières traitées (voir le tableau ci-après).

Formulation	Tonnage de matières traitées		
	Autorisation	Enregistrement	Déclaration (contrôle périodique)
2781-1 Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, lactosérum et déchets végétaux d'industries agroalimentaires	≥ 60 tonnes/jour	≥ 30 tonnes/jour < 60 tonnes/jour	< 30 tonnes/jour
2781-2 Méthanisation d'autres déchets non dangereux	Dans tous les cas	-	-
2910-B ou 2910-C Combustion du biogaz si la puissance thermique de l'installation est > 0,1 MW	Combustion liée à l'unité de méthanisation exigeant une autorisation	Combustion liée à l'unité de méthanisation exigeant un enregistrement	Combustion liée à l'unité de méthanisation exigeant une déclaration
N.B. : En fonction des intrants et des sortants de l'installation de DA, d'autres rubriques peuvent s'appliquer, comme : - 4310 : volume de stockage de biogaz - 2171, 2780, 2260 : selon le traitement du digestat			

Les références des arrêtés sont les suivantes :

Arrêtés ministériels de prescriptions applicables aux ICPE soumises à déclaration
Arrêté du 10/11/09 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n°2781-1
Arrêté du 26 août 2013 modifiant l'arrêté du 25 juillet 1997 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°2910 (Combustion)
Arrêté du 08/12/11 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 2910-C de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (installations de combustion consommant exclusivement du biogaz produit par une seule installation de méthanisation soumise à déclaration sous la rubrique n°2781-1)

Arrêtés ministériels de prescriptions applicables aux ICPE soumises à enregistrement
Arrêté du 12/08/10 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
Arrêté du 24/09/13 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°2910-B de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
Arrêté du 08/12/11 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°2910-C de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (installations de combustion consommant exclusivement du biogaz produit par une seule installation de méthanisation soumise à enregistrement sous la rubrique n° 2781-1)

Arrêtés ministériels de prescriptions applicables aux ICPE soumises à autorisation
Arrêté du 10/11/09 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement
Arrêté du 26/08/13 relatif aux installations de combustion d'une puissance supérieure ou égale à 20 MW soumises à autorisation au titre de la rubrique n°2910 et de la rubrique n°2931

D'autres réglementations doivent être respectées (plus d'informations sur la transposition en droit français sur <https://www.legifrance.gouv.fr/initRechExpTransposition.do>):

- Directive européenne ATEX 1999/92/CE : Décrets n° 2002-1553 et 2002-1554 modifiés du 24 décembre 2002, Décrets du 8 et du 28 juillet 2003 et codifiés dans les articles R. 4216-31 et R 4227-42 à 4227-54 du Code du travail.
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : Décret n° 2015-799 du 1^{er} juillet 2015 et Décret du 1^{er} juillet 2015, et articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement.
- Directive européenne machines 2006/42/CE : Décret 2008-1156 du 7 novembre 2008
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : Décret n° 2015-799 du 1^{er} juillet 2015
- Directive européenne 2004/22/UE (instruments de mesure) : Décret n° 2006-447 du 12 avril 2006, Décret du 28 avril 2006, Décret du 4 décembre 2006, Décret du 6 mars 2007.
- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : transposée dans de nombreux décrets. Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : transposée dans de nombreux décrets. L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

De plus, une approbation sanitaire doit être obtenue pour tous les sous-produits animaux traités par une unité de méthanisation, et un plan d'épandage doit être approuvé par les autorités pour pouvoir épandre le digestat.

La base de données ARIA contient un inventaire des incidents et accidents industriels, en France et dans le monde, qui ont ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement (<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/qui-sommes-nous/la-base-de-donnees-aria/>).

ii. Royaume-Uni

Toutes les unités de méthanisation au Royaume-Uni doivent se conformer aux exigences suivantes :

- Autorisation environnementale

La délivrance d'une autorisation environnementale (Environmental permitting) a été mise en place pour réglementer les activités commerciales pouvant impacter l'environnement et la santé humaine. Toutes les installations qui utilisent des déchets doivent obtenir une autorisation qui requiert de déposer une demande contenant les informations techniques pertinentes et démontrant que l'exploitant est compétent pour exploiter l'installation.

Il existe trois niveaux d'autorisation : exception, standard et sur mesure.

- Autorisation d'épandage de digestat

Les matières ayant atteint les critères du PAS110 et du protocole qualité ne sont plus considérées comme des déchets. Cependant, pour épandre des déchets (avant obtention de l'accréditation PAS110), il convient d'obtenir une autorisation.

- Réglementations sur les sous-produits animaux

Les réglementations sur les sous-produits animaux (ABPR 2001 n° 881) régulent le traitement des sous-produits animaux dans les unités de méthanisation.

- « Devoir de vigilance » (Duty of Care)

Le « devoir de vigilance » est une loi indiquant que toutes les étapes raisonnables doivent être suivies pour s'assurer de la sécurité des déchets. Il faut légalement s'assurer que la production, le stockage, le transport et l'élimination des déchets s'effectuent sans dommages pour l'environnement.

Les informations résumées ci-avant sont tirées du lien suivant :

<http://www.biogas-info.co.uk/about/regulation/>

Transposition des directives européennes (<http://eur-lex.europa.eu/>) :

- La directive européenne ATEX 1999/92/CE est transposée dans les lois Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations 2002 (S.I. n° 2776 du 15/11/2002), Dangerous Substances and Explosive Atmospheres (Irlande du Nord) Regulations 2003. (S.I. n° 152 du 07/03/2003) et Factories (Explosive Atmospheres) Regulations 2004. Second Suppl. to the Gibraltar Gazette n° 3386 du 8/1/2004 (SG(2004)A/01371 du 05/02/2004)
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : non transposée
- Directive machines 2006/42/CE : Supply of Machinery (Safety) Regulations 2008
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : Pressure Equipment (Amendment) Regulations 2015
- Directive européenne 2004/22/UE (instruments de mesure) : nombreux textes de loi (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?uri=CELEX%3A32004L0022>)
- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : Personal Protective Equipment Regulations 2002 (SI 2002 N° 1144). Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : transposée dans de nombreux textes (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/NIM/?uri=celex:32012L0018>). L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

Au Royaume-Uni, l'association de la méthanisation et des bioressources (ADBA) travaille avec les industriels et les autres établissements professionnels pour développer le plan de bonnes pratiques ou Best Practice Scheme, qui vise à aider la filière méthanisation au Royaume-Uni à améliorer ses

performances HSE et opérationnelles. Plus d'informations ici : <http://adbioresources.org/our-work/best-practice-scheme>.

La REA (Association des énergies renouvelables) a mis en place un système d'alerte sécurité pour enregistrer les incidents affectant la sécurité et l'environnement qui ont eu lieu dans les unités de méthanisation et l'industrie des biodéchets. Le service a pour but d'améliorer les pratiques et de réduire les incidents en incitant la filière à les rapporter, les partager et à en tirer des leçons. La base de données est accessible en cliquant sur le lien suivant : <http://www.biogas.org.uk/information/alerts>

iii. Allemagne



Une autorisation environnementale est exigée pour les unités de méthanisation traitant plus de 10 t de déchets par jour ou plus de 100 t de fumier de bétail par jour, ainsi qu'une approbation sanitaire.

Ordonnances

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) : ordonnance sur la sécurité et la santé industrielles
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) : ordonnance sur les substances dangereuses
- Störfallverordnung (StörfallV) : ordonnance sur les incidents dangereux (reporting)
- Anlagenverordnung wassergefährdender Stoffe (VAwS) : ordonnance relative aux usines traitant des substances dangereuses pour l'eau

Lois gouvernementales

- TRGS 529 : Activités dans la production de biogaz
- TRBS 2152/TRGS 720 : Atmosphères dangereuses potentiellement explosives – généralités
- TRBS 2152-1/TRGS 721 : Atmosphères dangereuses potentiellement explosives – évaluation du danger d'explosion
- TRBS 2152-2/TRGS 722 : Prévention ou limitation des atmosphères dangereuses potentiellement explosives
- TRBS 2153 : Prévention du danger d'inflammation dû aux charges électrostatiques
- TRBA 214 : Usines de traitement des déchets incluant des systèmes de tri dans la gestion des déchets
- TRBA 230 : Mesures de protection en cas d'activités impliquant des matériels biologiques dans les industries agricoles et forestières présentant des activités comparables
- TRBA 500 : Mesures générales d'hygiène : exigences minimales

Transposition des directives européennes (<http://eur-lex.europa.eu/>) :

- Directive européenne ATEX 1999/92/CE : Verordnung zur Rechtsvereinfachung im Bereich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, der Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und der Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes vom 27/9/2002. BGBl Teil I n° 70 vom 2/10/2002 p. 3777
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV)
- Directive machines 2006/42/CE : Verordnung zur Änderung von Verordnungen nach § 3 des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. ProdSV)
- Directive européenne 2004/22/UE (instruments de mesure) : Vierte Verordnung zur Änderung der Eichordnung vom 8. Februar 2007 and Gesetz zur Änderung des Eichgesetzes vom 2. Februar 2007

- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : transposition. Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : Erste Verordnung zur Änderung der Störfall-Verordnung and Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2012/18/EU zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates. L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

Des informations supplémentaires sur les réglementations allemandes relatives au biogaz se trouvent dans « Technische Information 4 Sicherheitsregeln für Biogasanlagen », publié en 2015 (en particulier dans l'annexe 13).

Il existe des bases de données allemandes répertoriant les accidents et les incidents sur les installations de biogaz :

- La base de données (ZEMA) pour SEVESO III (<http://www.infosis.uba.de/index.php/en/site/13941/zema/index.html>)
- Association allemande des assureurs de responsabilité professionnelle

iv. Belgique



En Wallonie, les unités de méthanisation requièrent permis unique qui réunit permis d'environnement et d'urbanisme :

- Permis unique de classe 1 : unité de méthanisation traitant plus de 100 tonnes de sous-produits animaux par jour ou plus de 500 tonnes d'autres déchets par jour.
- Permis unique de classe 2 : unité de méthanisation traitant moins de 100 tonnes de sous-produits animaux par jour ou moins de 500 tonnes d'autres déchets par jour.

En ce qui concerne la valorisation du digestat, si les intrants proviennent de l'exploitation agricole qui gère l'unité de méthanisation, le digestat peut être épandu sur cette exploitation. Dans les autres cas, un enregistrement doit être effectué et une certification d'utilisation doit être obtenue.

Transposition des directives européennes (<http://eur-lex.europa.eu/>) :

- Directive européenne ATEX 1999/92/CE : Arrêté royal du 26 mars 2003 (C-2003/01217)
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : SERVICE PUBLIC FEDERAL ECONOMIE, P.M.E., CLASSES MOYENNES ET ENERGIE - 21 AVRIL 2016. - Arrêté royal relatif à l'agrément des organismes d'évaluation de la conformité pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles and SERVICE PUBLIC FEDERAL ECONOMIE, P.M.E., CLASSES MOYENNES ET ENERGIE - 21 AVRIL 2016. - Arrêté royal concernant la mise sur le marché des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.
- Directive européenne machines 2006/42/CE : FEDERALE OVERHEIDSDIENST ECONOMIE, K.M.O., MIDDENSTAND EN ENERGIE - 12 AUGUSTUS 2008. - Koninklijk besluit betreffende het op de markt brengen van machines et FEDERALE OVERHEIDSDIENST ECONOMIE, K.M.O., MIDDENSTAND EN ENERGIE - 12 AUGUSTUS 2008. - Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 10 augustus 1998 betreffende het op de markt brengen van liften.
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : SERVICE PUBLIC FEDERAL ECONOMIE, P.M.E., CLASSES MOYENNES ET ENERGIE - 16 FEVRIER 2015. - Arrêté royal modifiant l'arrêté royal du 13 juin 1999 concernant la mise sur le marché des équipements sous pression and FEDERALE OVERHEIDSDIENST ECONOMIE, K.M.O.,

MIDDENSTAND EN ENERGIE - 11 JULI 2016. - Koninklijk besluit betreffende het op de markt aanbieden van drukapparatuur.

- Directive européenne 2004/22/UE (instruments de mesure) : Arrêté royal du 13 juin 2006 relatif aux instruments de mesure.
- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : transposition. Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : transposée dans de nombreux textes (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/NIM/?uri=celex:32012L0018>). L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

v. Autriche

Le document « Technische Grundlage für die Beurteilung von Biogasanlagen – 2013 » n'est pas un document légal mais récapitule la quasi-totalité des exigences réglementaires et est utilisé comme modèle pendant le processus d'autorisation.

De plus, il existe en Autriche deux normes concernant le biogaz (téléchargeables à partir du lien suivant <https://shop.austrian-standards.at/search/FastSearch.action?newSearch=&searchTerm=OENORM%2BS%2B2207&locale=de>):

- ÖNORM S 2207-1: 2014 03 01: (Installations de fermentation - Partie 1 : Termes, définitions et concepts de base)
- ÖNORM S 2207-2: 2014 03 01 (Installations de fermentation - Partie 2 : Exigences techniques)

Transposition des directives européennes (<http://eur-lex.europa.eu/>):

- Directive européenne ATEX 1999/92/CE : dans de nombreux textes, pour plus d'informations, voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?qid=1480953837878&uri=CELEX%3A31999L0092>
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : BMWFW : Bundesgesetz über das Inverkehrbringen von Maschinen, Geräten, Ausrüstungen oder deren Teile oder Zubehör im harmonisierten Bereich und die Notifizierung von Konformitätsbewertungsstellen (Maschinen – Inverkehrbringungs- und NotifizierungsG; MING) et Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Explosionsschutzverordnung 2015 – ExSV 2015)
- Directive européenne machines 2006/42/CE : dans de nombreux textes, pour plus d'informations, voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?qid=1480955610992&uri=CELEX%3A32006L0042>
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : dans trois textes (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?qid=1480956241102&uri=CELEX%3A32014L0068>)
- Directive européenne 2004/22/CE (instruments de mesure) : Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der eine Verordnung über Messgeräte erlassen wird (Messgeräteverordnung) und die Verordnung über die gegenseitige Anerkennung auf dem Gebiet des Maß- und Eichwesens, die Schankgefäßverordnung, die Eich-Zulassungsverordnung und die Verordnung betreffend die Anerkennung von eichtechnischen Prüfungen geändert werden et Verordnung der BEV über Eichvorschriften; Änderung der Temperaturgrenzen in Österreich

- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : transposition. Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : transposée dans de nombreux textes (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/NIM/?uri=celex:32012L0018>). L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

vi. Suisse



De nombreux organismes suisses (AEIA, AEAI, SSIGE, SUVA, SIA, Electrosuisse, etc.) ont publié des textes qui s'appliquent à la méthanisation, tels que des directives, normes, fiches d'information et recommandations. Ces textes englobent généralement le contenu des normes européennes. Les deux textes suivants donnent une vue d'ensemble des exigences de sécurité pour les unités de méthanisation :

- Bulletin 66055F de la SUVA « Votre installation de biogaz est-elle sûre ? SUVA, 2013 » (français, allemand ou italien)
- Merkblatt für Planung, Erstellung, Betrieb und Instandhaltung von Gasinstallationen in Biogasanlagen, février 2011 (allemand uniquement)

D'autres directives, normes, fiches d'information et recommandations sont répertoriées dans « Le manuel Qualité Biogaz en 7 étapes » publié par Biomasse Suisse, p. 416 à p. 419. Ce manuel présente les textes de sécurité professionnelle et de protection de la santé, de protection contre les explosions, de protection contre l'incendie, de protection contre la foudre, etc.

Pour ce qui est de la protection de l'environnement, il peut être fait mention de la loi fédérale LPE RS 814.

Pour l'épandage du digestat, les règles de mise en circulation des engrais doivent être respectées pour éviter tout dommage sur la santé ou l'environnement. Il existe une liste officielle répertoriant les digestats autorisés (OLEn, annexe 1, partie 6). Pour les autres digestats, une autorisation doit être obtenue auprès de l'OFAG (section Engrais).

vii. Pays-Bas



Aux Pays-Bas, une autorisation unique appelée « omgevingsvergunning » doit être obtenue. Elle est définie par la Loi relative aux dispositions générales concernant le droit de planification (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, Wabo). Cette autorisation inclut des aspects relatifs à la construction, aux habitations, aux monuments, à la planification territoriale, à la nature et à l'environnement. Il existe deux types de procédures : classique (pour les petites unités de méthanisation mono-digestion) et avancée (pour les autres unités de méthanisation).

Toutes les unités de méthanisation traitant des sous-produits animaux doivent obtenir une certification sanitaire.

Transposition des directives européennes (<http://eur-lex.europa.eu/>) :

- Directive européenne ATEX 1999/92/CE : Wijziging Arbeidsomstandigheden-regeling ref: Staatscourant n° 128 van 8/7/2003 p. 10 and Besluit van 19/6/2003 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit houdende regels betreffende explosieve atmosferen. ref: Staatsblad n° 268 van 19/6/2003 p. 1
- Directive européenne ATEX 2014/34/UE : Wijziging Warenwetbesluit explosieveilig materieel
- Directive européenne machines 2006/42/CE : Besluit van 16 juni 2008 tot wijziging van het Warenwetbesluit machines en het Warenwetbesluit liften in verband met de implementatie van de herziening van de Europese richtlijn voor machines
- Directive européenne 2014/68/UE (équipements sous pression) : Besluit van 22 januari 2015, houdende wijziging van het Warenwetbesluit drukapparatuur in verband met de implementatie van artikel 13 van Richtlijn 2014/68/EU betreffende de harmonisatie van de wetgevingen van de lidstaten inzake het op de markt brengen van drukapparatuur (PbEU 2014, L 189) et Besluit van 15 juni 2016, houdende vaststelling van het Warenwetbesluit drukapparatuur 2016 en wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, het Warenwetbesluit liften 2016 en het Warenwetbesluit bestuurlijke boeten (Warenwetbesluit drukapparatuur 2016)
- Directive européenne 2004/22/CE (instruments de mesure) : trois textes (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?uri=CELEX%3A32004L0022>)
- Directive européenne 89/686/CEE (équipements de protection individuelle) : transposition. Le nouveau règlement 2016/425 UE du 9 mars 2016 met à jour les dispositions de la directive 89/686/CEE (entre en vigueur dans sa totalité le 21 avril 2018).
- Directive européenne 2012/18/UE (SEVESO III) : transposée dans deux textes (voir <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/NIM/?uri=celex:32012L0018>). L'application de la directive dépend de la quantité de biogaz stockée sur l'installation.

VII. Maîtrise des odeurs sur une unité de méthanisation

Les odeurs constituent un paramètre important à prendre en compte dans l'implantation des unités de méthanisation. En effet, elles jouent un rôle clé dans l'acceptation locale du projet.

Les problèmes d'odeurs sont l'une des principales préoccupations des résidents de la zone d'un site potentiel pour une nouvelle installation. La méthanisation souffre d'une mauvaise image à cet égard, mais des solutions existent pour limiter la dispersion des odeurs. Ce problème doit être anticipé dès le début du projet :

1. Communication avec le voisinage, les autorités locales, etc. : il est important d'être (et de rester) en bons termes et il est aisé de dégrader cette relation à la suite de plaintes sur les odeurs. Ce problème devient bien entendu plus important lorsqu'une centrale est située à proximité de zones résidentielles.
2. Prise en compte des coûts d'investissement et d'exploitation de la gestion des odeurs pendant la mise en place du projet.

Le projet de méthanisation aux Établières (France) a été annulé à cause de problèmes de gestions des odeurs (<http://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/la-roche-sur-yon-85000/abandon-du-projet-de-methanisation-des-etablieres-4339429>) :

- Une association de défense de l'environnement et une association de voisinage se sont opposées au projet ; l'une des craintes était l'émission d'odeurs.
- Le projet a dû être modifié : l'augmentation des coûts d'investissement et d'exploitation a rendu l'installation non rentable.

L'émission de composants malodorants (H_2S , NH_3 , acides gras volatiles, COV...) se déroule principalement pendant l'approvisionnement et le stockage des intrants. Le procédé de méthanisation crée un digestat inodore : les composants malodorants se trouvent dans le biogaz.

Pour prévenir les émissions d'odeurs, la livraison et le stockage peuvent s'effectuer dans un bâtiment confiné en légère dépression pour éviter toute libération d'odeurs vers l'extérieur. L'idéal serait de disposer d'un sas : il existerait toujours une porte fermée entre les déchets et l'air extérieur (voir Image 10). Dans le bâtiment, un système de ventilation spécifique doit être mis en place, avec un traitement de l'air tel qu'un biofiltre ou un système de purification chimique de l'air pour éliminer les composants malodorants.

Il est également important de gérer les odeurs pendant le transport des intrants : vérifier que le fournisseur livre les intrants à l'unité dans des véhicules correctement adaptés à la tâche (p. ex. camion couvert pour le fumier).

En conclusion, la gestion des odeurs doit être prise en compte dès le début du projet et une attention particulière doit y être portée pendant l'exploitation de l'unité de méthanisation pour éviter toute dispersion des odeurs. Il est important de sécuriser l'avenir de l'unité ainsi que la croissance à long terme de la filière méthanisation.

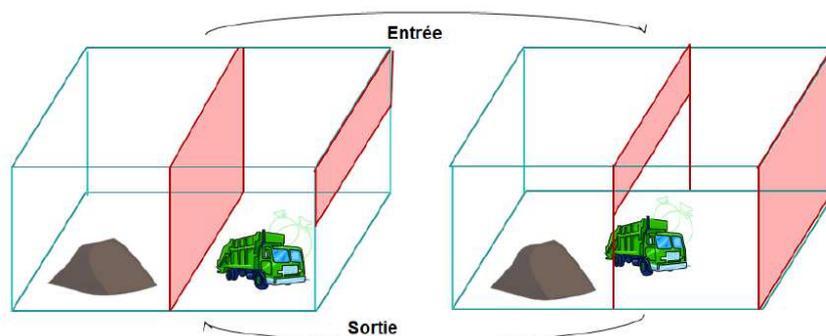


Image 10 – Schéma simplifié d'un bâtiment doté d'un sas - (ATEE Club Biogaz, 2011)

VIII. Maîtrise du bruit sur une unité de méthanisation

Le procédé méthanisation en lui-même est silencieux. Les principales sources de bruit potentiel sont les suivantes :

1. Véhicules sur site : livraisons d'intrants et zones d'enlèvement de digestat
2. Salle des pompes
3. Salle de l'unité de cogénération

Principales recommandations pour les différentes sources de bruit :

1. Lorsque le bruit des véhicules crée un risque pour la sécurité des opérateurs (ou un inconfort), les EPI correspondants doivent être fournis par l'employeur et utilisés par l'opérateur.
2. L'un des critères de choix des pompes doit être le nombre de décibels émis lorsque le système fonctionne. Des EPI appropriés doivent être fournis par l'employeur et utilisés par l'opérateur dans la salle des pompes.
3. L'unité de cogénération est généralement placée dans un container. Le fabricant doit fournir un container insonorisé pour limiter le bruit à l'extérieur du container. Lorsque l'opérateur est proche de l'unité de cogénération, il doit utiliser les EPI correspondants fournis par l'employeur.

NOS RÈGLES QUI SAUVENT

Objectif : **zéro** accident mortel



Je ne passe pas
sous une charge.
Je ne reste pas
sous une charge.



Avant de réaliser des travaux
avec point chaud, je m'assure
qu'il n'y a pas de risque
d'incendie ou d'explosion.



Je me positionne en
dehors de la trajectoire
des équipements
en mouvement.



Je vérifie l'absence d'énergie
(mécanique, chimique,
électrique, fluides sous
pression, etc.) avant le début
des travaux.



J'accroche
mon harnais
quand je travaille
en hauteur.



Je ne manipule pas
mon téléphone et
autres moyens
de communication
lorsque je conduis.



Je descends dans la tranchée
si la protection contre
l'ensevelissement est en
place et appropriée.



Je ne conduis pas
sous l'emprise
d'alcool ou
de stupéfiants.



Avant d'entrer dans un
espace confiné, je m'assure
que l'atmosphère est
contrôlée et surveillée
pendant toute l'opération.

**No life
at risk**