



Règles de sécurité des installations de méthanisation agricole



INERIS
*maîtriser le risque
pour un développement durable*

Sommaire

- 1 *Le biogaz*
- 2 *Phénomènes dangereux associés*
- 4 *Schémas types d'une installation*
- 6 *Distances de sécurité*
- 6 *Zones à risque d'explosion*
- 9 *Ventilation et détection*
- 11 *Mesures de sécurité indispensables*
- 17 *Fonctionnement et Entretien*
- 22 *Glossaire*
- 23 *Bibliographie*

Avant propos

Ce document a pour objectif de fixer les exigences minimales de sécurité à adopter lors de la conception, de la construction et de l'exploitation d'une installation de méthanisation agricole.

Il s'adresse aux différents acteurs (bureaux d'études, conseillers agricoles, sociétés spécialisées en charge de la construction, exploitants, pouvoirs publics...) susceptibles d'intervenir au cours de ces différentes phases de réalisation d'une installation de ce type.

Si une installation est susceptible de présenter des risques particuliers provenant de la mise en œuvre de produits spécifiques et/ou de procédés non décrits dans ce document, il est vivement recommandé de réaliser une analyse des risques spécifiques des installations.

Le biogaz

En l'absence d'oxygène, le biogaz est produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales. Sa composition varie en fonction de la nature des substrats entrants et des conditions opératoires. Le tableau qui suit donne un exemple de composition indicative du biogaz agricole.

Tableau 1 : Teneurs des principaux composants du biogaz agricole

Noms communs	Formules chimiques	Teneurs dans le biogaz
Méthane	CH ₄	50 à 75 %
Dioxyde de carbone	CO ₂	25 à 45 %
Sulfure d'hydrogène	S équiv. H ₂ S	Biogaz brut : < 20 000 ppm Biogaz épuré : < 100 ppm
Ammoniac	NH ₃	<100 ppm
Azote	N ₂	< 2 %
Hydrogène	H ₂	< 1 %
Monoxyde de carbone	CO	< 1 000 ppm
Oxygène	O ₂	5 à 12 % d'air et donc < 2 % O ₂
Composés Organiques Volatils	COV	Concentrations faibles < 1% v/v
Eau	H ₂ O	Saturation (compris entre 2 et 7 %)

Le méthane (CH₄) est un gaz à effet de serre dont le potentiel de réchauffement global (PRG) sur un siècle est 23 fois plus important que celui du dioxyde de carbone (CO₂). Il est donc particulièrement important de limiter au maximum son dégagement dans l'atmosphère.

Phénomènes dangereux associés au biogaz

Qu'est-ce qu'une ATEX ?

Une ATEX est «un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé ».

En ce qui concerne les risques d'explosion, la réglementation ATEX, issue de la transposition en droit Français des deux Directives 94/9/CE et 1999/92/CE, définit les exigences en matière de sécurité face au risque d'explosion.

⁽¹⁾ Cas de mesures réalisées à l'INERIS pour un mélange 50% CH₄/50% CO₂ dans l'air saturé de vapeur d'eau - « Explosion characteristics of synthesised biogas at various temperatures », Dupont L. and Accorsi A., Journal of Hazardous Materials, B136, pp. 520-525, 2006.

Explosion d'une atmosphère explosive (ATEX)

Une explosion (ou inflammation d'une ATEX) se produit lorsque les conditions suivantes sont réunies simultanément :

- présence d'un gaz combustible : méthane (CH₄),
- présence d'un comburant : oxygène de l'air,
- présence d'une source d'inflammation,
- concentration du gaz combustible comprise dans son domaine d'explosivité (LIE - LSE),
- présence d'un confinement.

Caractéristiques de sécurité

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

- CH₄ dans l'air : 5% - 15%
- Biogaz : 10 % - 24 % ⁽¹⁾.

Température d'Auto-Inflammation

- environ 535°C.

D'après ces valeurs, une ATEX est donc susceptible de se former dans un espace confiné, à l'intérieur d'un digesteur par exemple, lorsque la concentration en biogaz (cas d'un biogaz dont la composition est de 50% CH₄/50% CO₂) est comprise entre 10% et 24% (soit entre 5% et 12% de CH₄).

En fonctionnement normal (absence d'air), il n'y a donc pas assez d'air pour qu'une ATEX se forme dans le ciel gazeux du digesteur. Par contre, en cas d'intervention à l'intérieur de celui-ci, pour un curage par exemple, l'introduction d'air est susceptible de conduire à la formation d'une ATEX.

Incendie

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

Surpression ou dépression interne

À l'intérieur des digesteurs et des stockages de gaz, des surpressions ou des dépressions internes peuvent apparaître, en cas de dysfonctionnement des soupapes par exemple.

Phénomènes dangereux associés au biogaz

Accident d'intoxication 2005, 4 morts et 13 blessés

Un accident particulièrement grave impliquant une installation de méthanisation agricole s'est produit en Allemagne en 2005 : 4 personnes ont été tuées par un dégagement de H_2S .

Cet accident se serait produit au cours du déchargement d'un camion de déchets dans une fosse située à l'intérieur d'un hall confiné. Une incompatibilité chimique entre les produits déjà présents dans la fosse et ceux déchargés à l'intérieur de celle-ci serait responsable de la formation rapide de grandes quantités de H_2S . Le couvercle de la fosse était ouvert à cet instant, une panne électrique empêchant sa fermeture.

Dans la plupart des cas, les victimes sont d'abord prises d'un malaise (évanouissement, perte de conscience...) en travaillant au-dessus des installations, ce qui entraîne leur chute puis l'asphyxie dans un milieu confiné (fosse à purin, préfosse à lisier...).

Ces accidents sont souvent mortels et impliquent souvent plusieurs personnes car les sauveteurs occasionnels, non formés et non équipés, venant au secours d'une première victime sont également asphyxiés par le H_2S .

Intoxication

Le sulfure d'hydrogène (H_2S) présente un risque de toxicité aiguë dans les milieux confinés ou semi-confinés. Il a tendance à s'accumuler en partie basse où il peut atteindre des concentrations assez importantes pouvant générer des effets graves.

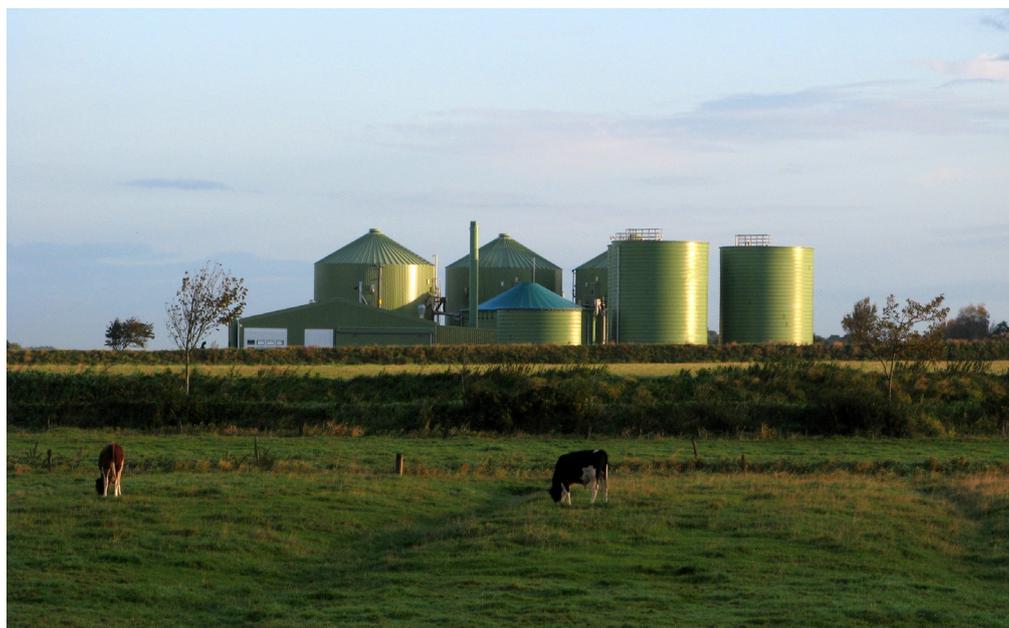
Il provoque fréquemment des intoxications graves pouvant avoir une issue fatale et soudaine à des concentrations dans l'air de l'ordre de 500 ppm. Son odeur fétide est caractéristique de l'œuf pourri. La sensation olfactive, variable d'un individu à l'autre, n'augmente pas avec la concentration du gaz dans l'air. L'odeur décelable à de très faibles concentrations (0,008 ppm) s'atténue ou disparaît à forte concentration (anesthésie de l'odorat au-dessus de 100 ppm).

Anoxie

L'anoxie correspond à une diminution du taux d'oxygène de l'air. Celle-ci peut être provoquée par un dégagement important de gaz inertes dans l'atmosphère se substituant à l'oxygène de l'air. La teneur minimale réglementaire à respecter en oxygène dans un lieu de travail est de 19 %. Dans le cas du biogaz, les principaux gaz, en quantité suffisante, ayant un pouvoir anoxiant sont le méthane (CH_4) et le dioxyde de carbone (CO_2).

Pollution des sols

Le déversement accidentel de substrat ou de digestat peut avoir, entre autres, pour conséquence une pollution accidentelle à l'azote et/ou microbienne, pouvant générer des dégradations durables pour le milieu.



Installation de méthanisation à la ferme à Lohe-Rickelshof, Land du Holstein, Allemagne, photo par Dirk Ingo Franke, 2009 (CC)

Schémas types d'une installation de méthanisation

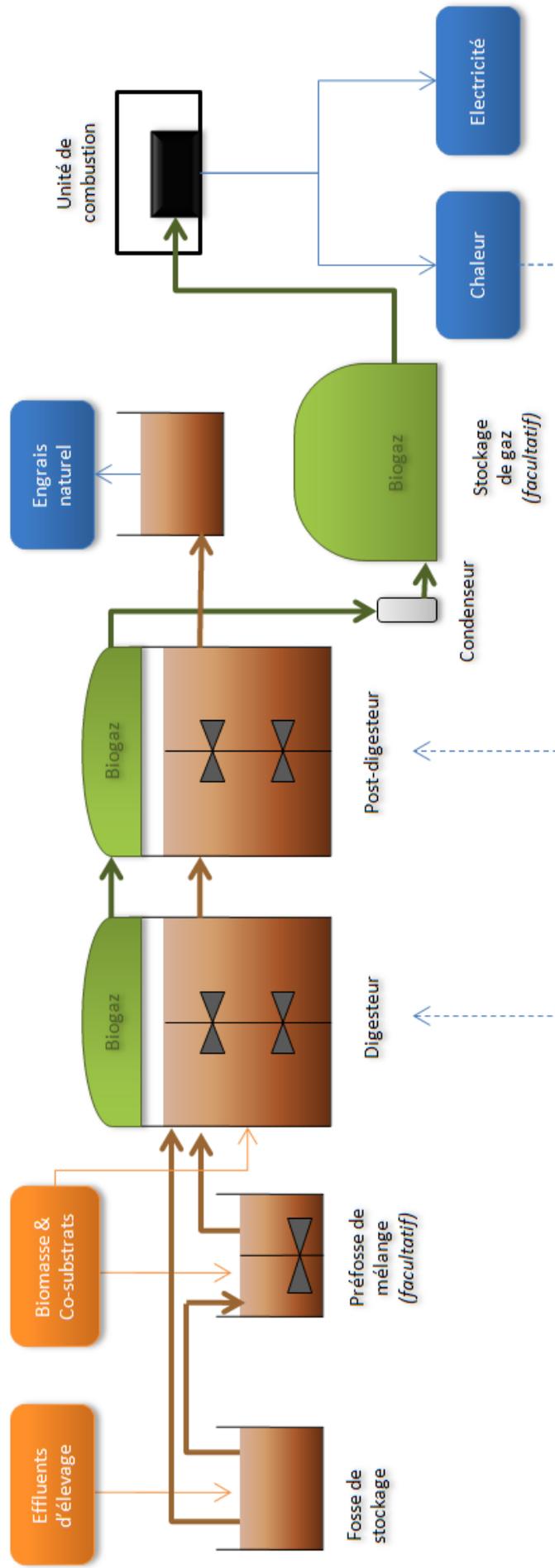


Figure 1 : Schéma type d'une installation de méthanisation

Schémas types d'une installation de méthanisation

Important

Les principales mesures de sécurité techniques à appliquer sont représentées sur le schéma ci-contre.

A noter

La partie de l'installation de compression / épuration du biogaz pour injection dans le réseau de gaz naturel n'est pas abordée.

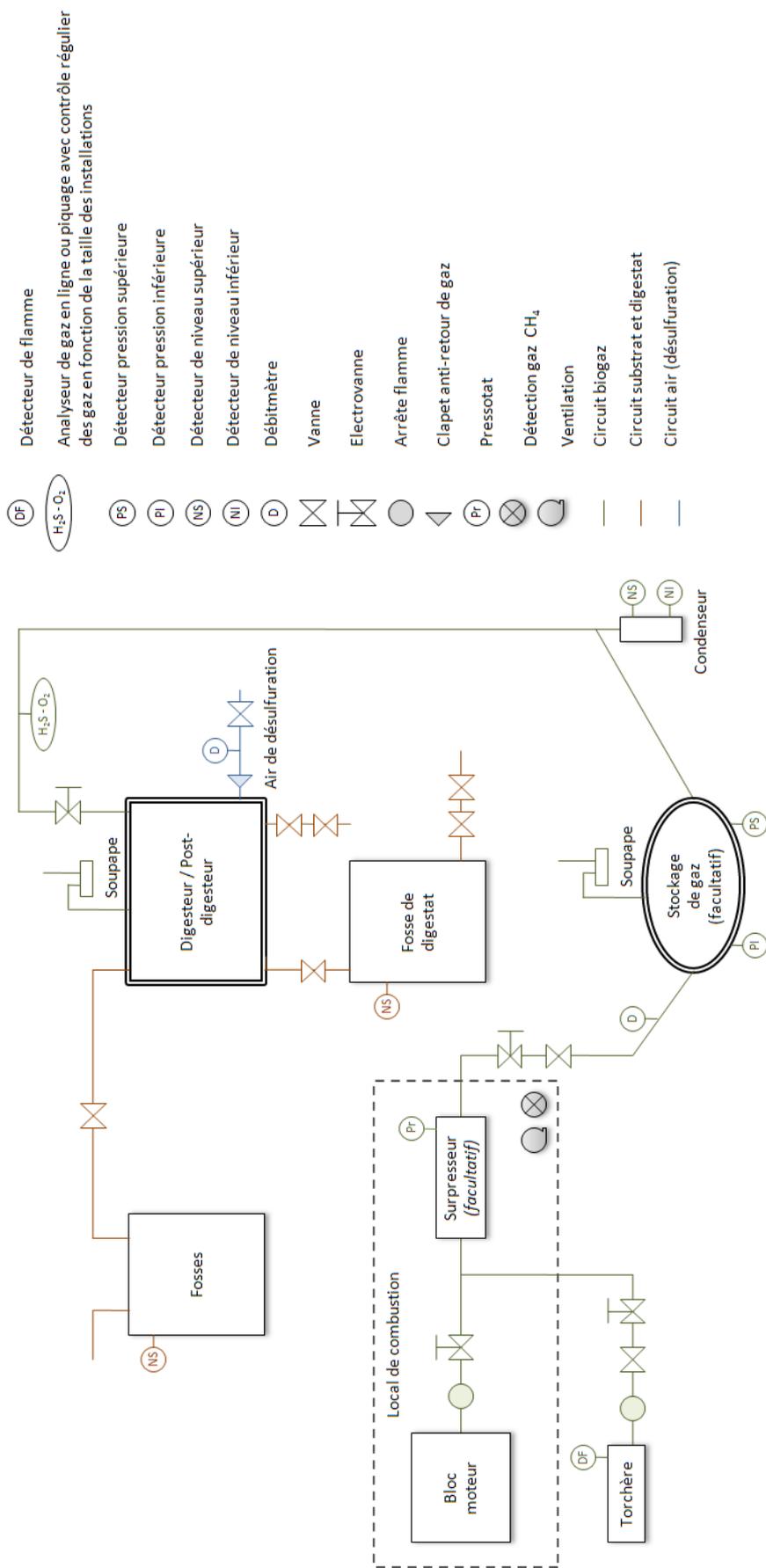


Figure 2 : Schéma d'une installation de méthanisation avec ses principaux organes de sécurité

Distances de sécurité

A noter

Si les bâtiments ne respectent pas ces distances de sécurité, ils doivent être conçus comme des espaces coupe-feu (se référer aux exigences de l'Arrêté du 25/07/97 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2910 : Combustion).

Zones à risque d'explosion

Il est possible, sur la base d'une évaluation des risques réalisée par une personne compétente, d'identifier des zones ATEX différentes pour tenir compte des spécificités des installations.

Afin de réduire les conséquences accidentelles et les risques d'effet domino en cas d'accident (incendie, explosion,...), il est nécessaire de respecter des distances de sécurité entre l'installation et d'autres immeubles ou matériels.

A l'intérieur du site

En l'absence de réglementation spécifique aux installations, il faut respecter une distance d'au moins 10 m autour de l'unité de combustion, autour des installations de stockage de biogaz (ex. digesteur, post-digesteur, réservoir de gaz) et autour de tout autre stockage de combustible (ex : fuel). Les distances sont mesurées en projection horizontale par rapport aux parois extérieures du local qui les abrite.

A l'extérieur du site

Les distances de sécurité sont déterminées sur la base des exigences des différentes réglementations concernées et des distances d'effets des principaux scénarios d'accidents majeurs. Celles-ci doivent être déterminées par des professionnels (constructeurs, bureaux d'études...).

Ces distances dépendent notamment des substrats mis en œuvre, du volume de biogaz stocké, du type de stockage (membrane souple, digesteur en béton, armature métallique...), des caractéristiques des matériaux constitutifs (inflammables, ignifuges...) et des éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre (évent d'explosion, butte de terre, paroi de protection contre les incendies...).

La réglementation ATEX impose à l'employeur de classer les emplacements en zone ATEX :

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

Zones à risque d'explosion

Équipement	Zone ATEX		Défaillance possible
Digesteur Post-digesteur	Intérieur : ciel gazeux	Zone 2	Introduction d'air
	Extérieur : cas d'une membrane souple	Zone 2 enveloppe de 3 m de rayon	Fuite vers l'extérieur
	Extérieur : cas d'une couverture rigide	Zone 2 enveloppe de 3 m de rayon autour des ouvertures (hublot, trou d'homme, passage agitateur...)	
Réservoir de stockage de biogaz	Intérieur	Zone 2	Introduction d'air
	Extérieur	Zone 2 enveloppe de 3 m de rayon	Fuite vers l'extérieur
Soupapes du digesteur/post digesteur/réservoirs	Zones sphériques centrées sur le point d'émission	Zone 2 de 3 m de rayon intégrant une zone 1 de 1 m de rayon	Surpression interne provoquant un dégagement de gaz vers l'extérieur
Unité de combustion	Intérieur du local de combustion	Non classé (cf § ventilation et détection)	Fuite au niveau de l'alimentation en biogaz
Puits de condensats enterrés	Intérieur : ciel du puits de condensats	Zone 2	Accumulation de gaz
	Extérieur	Zone 2 enveloppe de 3 m de rayon	Fuite vers l'extérieur
Fosse de digestat couverte	Intérieur - Ciel gazeux	Zone 2	Accumulation de gaz
Local technique	Intérieur	Non classé (cf § ventilation et détection)	

Tableau 2 : Classement indicatif en zones d'une installation type de méthanisation agricole

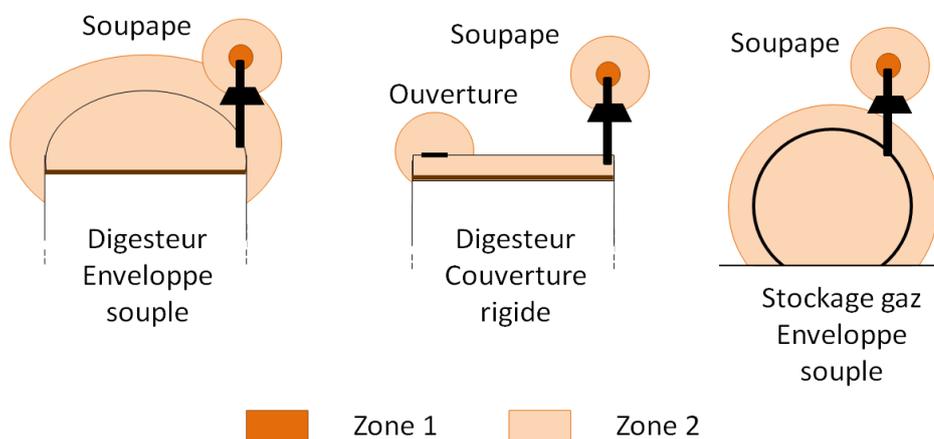


Figure 3 : Illustration du classement en zones ATEX des digesteurs et stockages de gaz

Zones à risque d'explosion

Mesures organisationnelles requises en zones ATEX

Adéquation du matériel (électrique, thermique, hydraulique...)

Le matériel installé dans ces zones doit être conforme au décret 96-1010 qui transpose la directive 94/9/CE, selon le tableau suivant :

Zone ATEX	Catégorie de protection du matériel
Zone 0	Catégorie 1
Zone 1	Catégorie 2
Zone 2	Catégorie 3

Tableau 3 : Catégories de protection par zone ATEX

La catégorie sera mentionnée sur le marquage CE du matériel, qui respectera les règles suivantes :

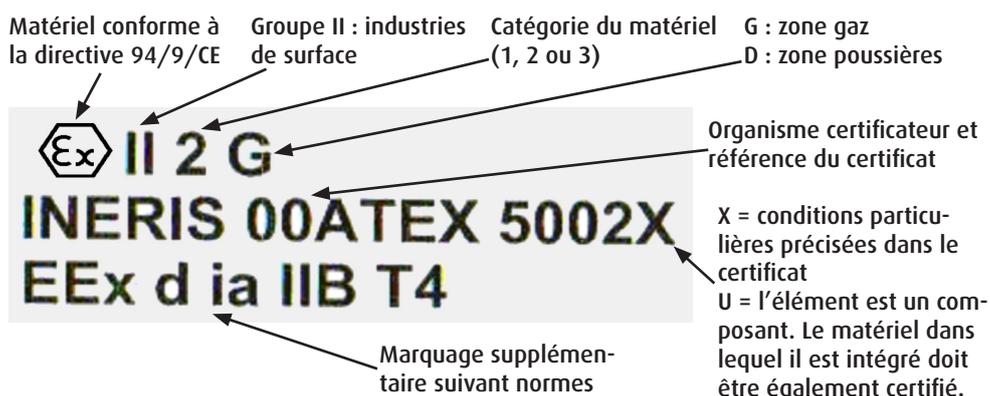


Figure 4 : Exemple de marquage CE d'un matériel

Signalisation des zones ATEX



A noter

Les feux, les flammes nues et les cigarettes sont interdits à l'intérieur des zones ATEX. Cette interdiction doit également être signalée par un affichage conforme à la réglementation.

Affichage



Accès interdit aux personnes non autorisées



Défense de fumer



Flamme nue interdite

Accès en zone

Il est interdit de pénétrer à l'intérieur des zones 1 sauf mise en place d'une procédure spécifique. L'accès à l'intérieur des zones 2 doit être limité et contrôlé par l'exploitant.

Ventilation et détection

A noter

Dans le cas des installations de combustion implantés directement dans des bâtiments industriels ou à l'intérieur de containers, une analyse des risques spécifique doit être conduite afin de dimensionner les mesures de prévention.

Il faut notamment déterminer le débit de renouvellement d'air à assurer à l'intérieur des locaux.

Les installations de combustion (chaudières, unités de cogénération...) doivent être implantées dans un bâtiment annexe à l'intérieur duquel l'accès est limité et contrôlé par l'exploitant.

Les moyens de prévention des risques d'explosion ou des risques toxiques à mettre en place à l'intérieur des locaux confinés sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Local	Mesures de prévention efficaces
Unité de combustion	Ventilation forcée et détection du méthane CH ₄
Local technique et pré-fosse de mélange	Ventilation naturelle

Tableau 4 : Mesures techniques de prévention à l'intérieur des locaux confinés contre les risques d'explosion et toxique

Ventilation forcée

La section d'aération minimale libre nécessaire est dépendante de la puissance de la centrale thermique. Elle peut être déterminée selon le rapport suivant :

$$A \text{ [cm}^2\text{]} = 10 \times P_{el} \text{ [kW]} + 175$$

A étant la surface de section libre et **P_{el}** la puissance maximale électrique de la centrale thermique en montage-bloc.

Exemples : 22 kW_{el} = 395 cm² et 30 kW_{el} = 475 cm²

La ventilation est transversale : l'arrivée d'air est au niveau du sol, l'évacuation d'air est dans le mur opposé, à proximité du plafond.

Ventilation naturelle

La ventilation est transversale avec des ouvertures de ventilation dégagées et inobturables. L'arrivée d'air est réalisée au niveau du sol ou du plafond alors que l'évacuation d'air est réalisée par la zone du plafond.

Chaque orifice d'aération doit mesurer au moins 20 cm² par m² de surface du sol. Les contrôles de l'efficacité de la ventilation sont réguliers (au moins une fois par an).

Détection de gaz

Application de 2 seuils d'alarme

- ❑ 1^{er} seuil à 20% de la LIE de CH₄ avec asservissement : déclenchement d'une alarme déportée.
- ❑ 2^{ème} seuil à 40% de la LIE de CH₄ avec asservissements : coupure de l'alimentation en biogaz, arrêt automatique du groupe, des installations électriques et des installations électriques.

Technologie des capteurs

L'hydrogène sulfuré (H₂S) endommage les capteurs de type catalytique (souvent utilisés pour la détection de CH₄). Il faut donc vérifier l'efficacité du détecteur de CH₄ périodiquement, selon les instructions du constructeur.

Positionnement des capteurs

Les détecteurs doivent être positionnés à proximité des équipements présentant les plus fortes probabilités de fuite (ex : canalisation d'entrée du biogaz à proximité du moteur).



Tests de capteur de CH₄, photo © INERIS 2008

Mesures de sécurité indispensables

De manière générale

- ❑ Il est indispensable d'utiliser de matériaux qui ne sont pas susceptibles de subir une corrosion par l'eau ou par des produits soufrés (du type inox ou polyéthylène par exemple).
- ❑ Les matériaux utilisés doivent être étanches au biogaz.
- ❑ Les installations électriques seront conformes aux normes et à la réglementation (norme NFC15-100 et article R 4227-21 du code du travail).
- ❑ Concernant le risque incendie :
 - Sauf impossibilité technique, les matériaux constitutifs, notamment des digesteurs ou de l'unité de combustion, doivent être incombustibles, particulièrement les isolants thermiques et le calfeutrement des passages de câbles électriques.
 - Le dimensionnement des besoins en eau et des rétentions ainsi que les procédures d'intervention sont spécifiques à chaque installation. Il est préconisé de se rapprocher du SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) local pour ces aspects.
 - Les installations doivent respecter les dispositions de l'article R4216 du code du travail. Celles-ci précisent notamment, qu'il faut prévoir à l'intérieur des locaux :
 - des *systèmes de détection* : par exemple, des détecteurs automatiques d'incendie avec un asservissement à une alarme (sonore et lumineuse) extérieure ; renvoi d'appel ; coupure alimentation et mise en marche de la ventilation forcée ; mise en route de l'éclairage de secours (R 4227-34 du Code du travail),
 - des *systèmes d'extinction spécifiques* aux risques : par exemple, des extincteurs de classes A, B et C pour le local de cogénération et des extincteurs CO₂ pour les armoires et locaux électriques avec des contenances, des localisations et un nombre adaptés au risque et aux dimensions de l'installation (R 4227-28 à 33 du Code du travail).
 - Le stockage des produits combustibles à l'intérieur des locaux doit être évité.
 - En l'absence de réglementation spécifique aux installations, les stockages des produits pétroliers (cas des installations fonctionnant avec des moteurs « dual fuel ») doivent respecter l'arrêté de 1er juillet 2004 ⁽²⁾.

⁽²⁾ Arrêté du 1er juillet 2004 fixant les règles techniques et de sécurité applicables au stockage de produits pétroliers dans les lieux non visés par la législation des installations classées ni la réglementation des établissements recevant du public.

Mesures de sécurité indispensables

Les préfosse

Les réactions de fermentation peuvent être initiées à l'intérieur d'une préfosse de stockage ou de mélange et conduire à la formation de gaz toxiques (H_2S ou NH_3 par exemple).

Il est donc nécessaire de prendre de nombreuses précautions avec ce type d'emplacement, particulièrement si il faut pénétrer à l'intérieur : il faut alors respecter une procédure rigoureuse d'intervention à l'intérieur d'un espace clos (cf § Bibliographie, schéma page 20 et R 4412-22 du Code du travail).

Fosse de stockage d'effluents d'élevage

Les réglementations relatives aux fosses de stockage des effluents d'élevage s'appliquent à ce type d'emplacement. Il est notamment important de :

- ❑ Concevoir ou modifier la préfosse et choisir les équipements de telle façon à ne pas avoir à y pénétrer.
- ❑ Sécuriser l'accès auprès de la préfosse : adaptation d'une clôture et mise au point des procédures strictes pour pénétrer dans l'enceinte telles que l'autorisation préliminaire de l'exploitant avant intervention, mise en place d'une échelle métallique complétée dans sa partie supérieure par une barre antichute.
- ❑ Éviter de positionner des instruments de mesures ou des utilités (ex : panneau de commande) dans des lieux clos à proximité de la préfosse sinon, prévoir des postes de commande déportés ou des procédures d'accès quand il n'est pas possible d'éviter ce type d'emplacement.
- ❑ Mettre en place une ventilation forcée pour évacuer les gaz si la préfosse est couverte.

Préfosse de mélange

Il est nécessaire d'appliquer à la préfosse de mélange les mêmes règles de sécurité que celles préconisées à la fosse de stockage d'effluents d'élevage. De plus, afin d'éviter les risques de formation de produits toxiques liés à une incompatibilité chimique, il est nécessaire de prendre les mesures suivantes :

- ❑ Identifier les réactions chimiques possibles entre les différents entrants⁽³⁾.
- ❑ Contrôler et séparer les flux d'entrants autant que possible.
- ❑ Nettoyer la préfosse de mélange avant toute introduction d'un nouveau substrat.
- ❑ Mesure du niveau haut avec asservissement des pompes.

⁽³⁾ Pour cela, il faut se reporter à l'expertise des constructeurs et/ou bureaux d'études ou aux données disponibles dans la littérature. En l'absence de telles données il faut alors réaliser des essais dans des laboratoires spécialisés. Cette démarche doit être adoptée dès qu'il y a modification d'un des substrats entrants.

Mesures de sécurité indispensables

Remarque

La présence de certains matériaux à l'intérieur du digesteur (ex. plancher) est de nature à réduire l'efficacité de l'enveloppe souple dans son rôle d'évent d'explosion. Il est alors recommandé de réaliser une étude spécifique.

Digesteurs, post-digesteurs et réservoirs de stockage de biogaz

Un certain nombre de dispositifs et d'éléments de sécurité sont nécessaires dans le cas des installations destinées à stocker du biogaz.

Dispositif de protection contre les effets d'une explosion

Dans le cas d'une structure rigide (ex. béton, structure métallique...), il est nécessaire d'installer un dispositif de protection (du type évent d'explosion) convenablement dimensionné pour limiter les conséquences accidentelles en cas d'explosion. Dans le cas d'une structure en enveloppe souple, celle-ci fait office d'évent d'explosion.

Soupape de sécurité

❑ Les digesteurs et les réservoirs de stockage de biogaz doivent être équipés de dispositifs de sécurité (souvent des soupapes de sécurité) qui empêchent d'avoir une dépression ou une surpression trop importante.



Exemple de soupape de sécurité.
Source : Bio-Nrj.

❑ Les gaz dégagés par les soupapes doivent être déportés au-dessus des installations par une cheminée, dont l'orifice doit être situé à plus de 3 m au dessus du dernier niveau accessible.

Les dispositifs de sécurité en cas de dépression ou de surpression doivent être protégés du gel (par ex. ajout d'antigel, chauffage de la soupape...).

❑ Dans le cas des dispositifs hydrauliques, il est nécessaire que le liquide mis en œuvre ne déborde pas en cas de dépression ou de surpression et que lorsque celles-ci disparaissent, il reflue automatiquement.

Mesures de sécurité indispensables



Vanne automatique complétée par une vanne manuelle.
Source : Bio-Nrj.

Redondance des vannes

Il est important de disposer de 2 vannes de vidange pour un digesteur au cas où l'une des deux se casserait. De plus, il doit être possible de verrouiller manuellement une des deux vannes.

Mélangeur

Il est préconisé de se munir d'une alimentation électrique secourue (ex. groupe électrogène).

Instrumentation à mettre en place

- ❑ Mesure du niveau haut avec asservissement à l'introduction des substrats entrants.
- ❑ Mesure des débits d'entrée et de sortie du biogaz avec envoi du biogaz à la torchère en cas de défaut.
- ❑ Analyseur de gaz en ligne ou piquage avec contrôle régulier des gaz en fonction de la taille des installations .
- ❑ Mesure en continu de la teneur en oxygène (O_2) et en sulfure d'hydrogène (H_2S) dans le biogaz en sortie du post-digesteur. Dans le cas des installations de petite taille, les mesures peuvent être réalisées par prélèvements réguliers (périodicité à définir). En cas de teneur trop importante de ces gaz, il faut prévoir un asservissement ou une action corrective sur l'injection d'air.
- ❑ Dans le cas d'un stockage de gaz indépendant : capteur de pression haute et basse avec asservissement à l'alimentation en gaz.



Réservoir souple de stockage de biogaz et sa torchère, photo Alex Marshall 2007 (CC)

Mesures de sécurité indispensables

A noter

Si un réservoir de gaz se trouve à l'intérieur d'un local fermé, une évaluation spécifique des risques doit être réalisée afin d'identifier les mesures à prendre pour assurer la maîtrise des risques.

A noter

Dans le cas d'utilisation d'un surpresseur, il est nécessaire de mettre en place un pressostat avec asservissement à l'alimentation en biogaz.

Protection des couvertures des installations

Dans le cas d'une membrane souple maintenue par des « boudins » gonflés à l'air, il est nécessaire de mettre en place :

- Un système de détection directe ou indirecte de la pression des boudins avec asservissement à une alarme.
- Un clapet anti-retour ou dispositif d'alimentation redondant en cas de panne de l'alimentation en air.

Désulfuration du biogaz par injection d'air

À l'intérieur du digesteur ou du post-digesteur, la pompe de dosage d'air doit être réglée de telle manière que le débit d'air ne puisse pas dépasser 8% du volume de biogaz produit durant la même période.

La conduite d'arrivée dans le digesteur doit être équipée d'un clapet anti-retour qui empêche le biogaz de refluer.

Pour les autres dispositifs de désulfuration, il est nécessaire d'évaluer les risques au cas par cas.

Unité de combustion

Le local abritant les installations de combustion doit être correctement ventilé. Pour les prescriptions à suivre, voir le chapitre ventilation et détection.

Les dispositifs de sécurité suivants doivent être mis en place :

- Dispositif de type « coup de poing » situé à l'extérieur du local permettant l'arrêt du moteur,
 - vanne manuelle située à l'extérieur du local permettant d'arrêter l'alimentation en biogaz,
 - arrête-flamme en amont du moteur, répondant aux spécifications de la norme NF EN 12874 (2001) « Arrête-flamme – Exigences de performance, méthode d'essai et limites d'utilisation ».



Dispositif « coup de poing ». Source : Bio-Nrj.

Mesures de sécurité indispensables

- Vanne pneumatique de fermeture de l'alimentation en biogaz commandée par le débit de biogaz.
- Raccords souples et anti-vibrations.

Torchère

La torchère permet d'évacuer le biogaz en cas de panne des dispositifs de valorisation du biogaz.

En amont, la torchère doit être munie d'un arrête-flamme. Elle doit posséder un dispositif de ventilation préalable au rallumage ou à l'arrêt de la flamme.

Condenseur

Il faut s'assurer que la vidange de vapeur se fasse sans que le biogaz s'échappe à l'extérieur.

A l'intérieur du « puits de condensats », la pompe doit être toujours immergée. Il faut donc mettre en place des détecteurs de niveau haut et bas asservis à l'arrêt de la pompe.

Fosse de stockage du digestat

Le risque de fermentation secondaire ne doit pas être négligé : si une fosse est recouverte, il faut alors s'assurer qu'elle est suffisamment aérée.

Il est nécessaire de mettre en place un détecteur de niveau haut asservis à l'alimentation en digestat.

Locaux techniques

Les locaux techniques doivent être correctement ventilés (cf § ventilation et détection).



Torchère et son dispositif de ventilation.
Source : Biogas Hochreiter GmbH - A.E.B. - Méthafrance.

Mesures de sécurité indispensables

Fonctionnement et entretien

A noter

Le constructeur doit fournir un mode d'emploi et un guide de maintenance des installations détaillés.

Canalisations

Il est indispensable de découpler les réseaux de biogaz et de substrat. Les canalisations de biogaz doivent être réalisées dans les règles de l'art et doivent notamment :

- ❑ être suffisamment résistantes aux fluides, à la corrosion et à la pression.
- ❑ être étanches et testées avant leur première utilisation.
- ❑ être facile d'accès et placées de préférence en surface.
- ❑ dans la mesure du possible, être constituées de tronçons soudés et ne pas passer à l'intérieur d'espaces confinés, notamment des locaux.
- ❑ présenter des pentes afin d'évacuer les produits corrosifs et les condensats.

Les canalisations véhiculant les substrats doivent être protégées contre les effets du gel.

Des vannes de sécurité doivent être mises en place en amont des installations destinées à la production, au stockage et au traitement ou à l'exploitation de biogaz. Les dispositifs déclenchant ces vannes de sécurité doivent être placés dans des endroits faciles d'accès.

Mesures organisationnelles

Les mesures décrites ci-dessous sont indispensables pour assurer la prévention des risques lors de l'exploitation des installations :

- ❑ Information et formation du personnel ayant accès aux installations aux risques ATEX et aux risques chimiques liés aux produits présents sur l'installation, en lien avec la médecine du travail.
- ❑ Interdiction de pénétrer dans les installations sans autorisation de l'exploitant et limiter l'accès au personnel strictement nécessaire. Les visites doivent être encadrées et des mesures spécifiques doivent être prises.
- ❑ Maintenance préventive de tous les équipements.
- ❑ Mise en place et respect d'autorisations de travail et de permis de feu avant toute intervention, notamment en cas d'intervention d'entreprises extérieures
- ❑ Ronde quotidienne avec observations visuelles des installations

Fonctionnement et entretien

- ❑ Rédaction de procédures d'intervention pour les opérations sensibles :
 - ouverture du digesteur (curage, changements de pièce dans le digesteurs),
 - démarrage et arrêt des installations.
- ❑ Rédaction et mise à jour du document unique et du Document Relatif à la Protection Contre les Explosions (DRPCE).
- ❑ Mise au point d'un protocole de chargement et de déchargement.

Réception des installations

- ❑ Vérification initiale des installations électriques.
- ❑ Valider par un bureau de contrôle la résistance mécanique des structures.
- ❑ Vérifier l'étanchéité de toutes les capacités.

Démarrage des installations

- ❑ Ne pas démarrer l'agitation à l'intérieur du digesteur tant que l'agitateur n'est pas totalement immergé.
- ❑ Si l'agitateur n'a pas vocation à être immergé, suivre la composition du gaz à l'intérieur du digesteur et ne procéder au démarrage de l'agitation que lorsque la concentration en méthane est largement supérieure à sa limite supérieure d'explosivité (par exemple lorsque la concentration en $\text{CH}_4 > 40 \%$).



Installation de méthanisation agricole avec système « tank in tank » (post digesteur imbriqué dans le digesteur) enterré. Source : Biogas Hochreiter GmbH - A.E.B. - Méthafrance.

Fonctionnement et entretien

A noter

L'étalonnage régulier des détecteurs, notamment de H_2S et CH_4 , est indispensable.

A noter

Une deuxième personne doit surveiller l'intervention et ne doit jamais pénétrer dans cet espace. Elle doit disposer de moyens de communication facilement accessibles avec les services de premiers secours.

Contrôle et maintenance des installations

- ❑ Faire les contrôles réglementaires périodiques des installations électriques.
- ❑ Faire les contrôles des dispositifs de sécurité à une périodicité à définir conjointement avec les fournisseurs des équipements.

Intervention dans des espaces clos

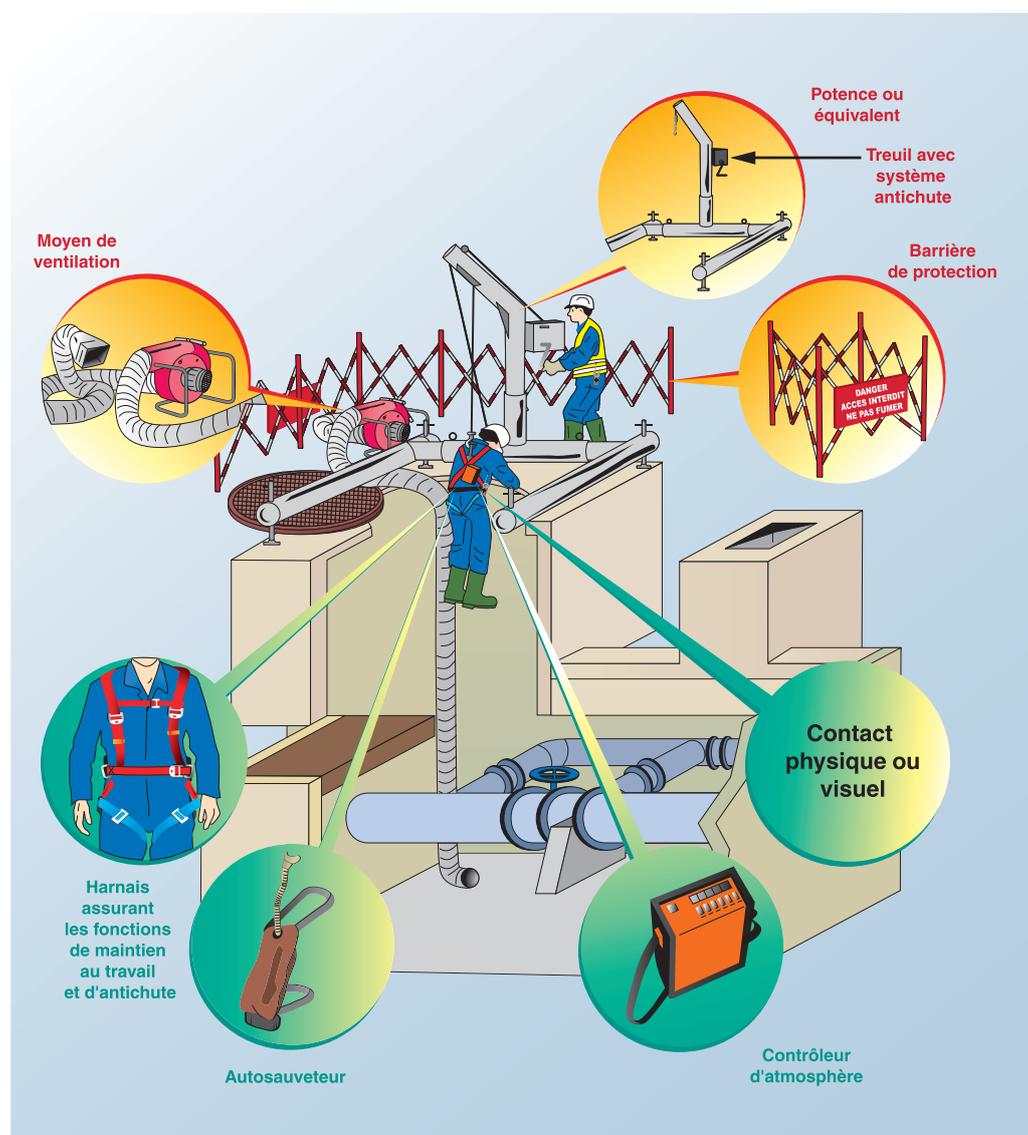
Il est indispensable de disposer d'une procédure d'intervention avant de pénétrer à l'intérieur d'un espace clos au sein duquel du H_2S et /ou du CH_4 sont susceptibles de s'accumuler. Les principales mesures à respecter sont les suivantes :

- ❑ Ventiler l'espace clos, avant et pendant le travail (ventilation forcée).
- ❑ Analyser l'air avant et pendant le travail. Si cette étape est omise, l'intérieur de l'espace clos doit être considéré comme à risque élevé et l'utilisation d'un appareil de protection respiratoire à adduction d'air est essentielle.
- ❑ Avoir à disposition et porter les équipements nécessaires pour le travail en espace clos (harnais, treuil, appareil de respiration individuelle (système auto-sauveteur), détecteur multigaz, etc...).
- ❑ Effectuer l'intervention sous la surveillance permanente d'une deuxième personne placée à l'extérieur de l'espace clos. Cette personne ne doit jamais pénétrer dans cet espace et doit disposer de moyens de communication facilement accessibles avec les services de premiers secours.
- ❑ Connaître les principales actions à effectuer pour porter secours à un éventuel travailleur en difficulté. Pour cela, il faut notamment suivre des formations au secourisme.

Pour une vue synthétique des principaux matériels utilisés pour l'intervention des personnels en espace confiné, voir le schéma page suivante.

Fonctionnement et entretien

Schéma de synthèse des principales mesures de prévention lors d'une intervention en espace confiné



Source : INRS, document ED967 « Les espaces confinés, préconisations en vue d'assurer la sécurité et la protection de la santé des personnels d'exploitation », p 20, juillet 2006, © INRS 2006.

Ouverture et interventions dans les digesteurs, post-digesteurs et réservoirs de stockage

Lors de l'ouverture ou de la vidange du digesteur, la concentration en biogaz diminue et celle de l'air augmente, ce qui peut être à l'origine de la formation d'une ATEX : il est donc important que cet aspect soit intégré par le constructeur dès la conception des installations. Celui-ci doit fournir une procédure d'intervention pour le curage du digesteur.

Fonctionnement et entretien

De manière générale, il importe avant tout de s'assurer de l'absence de CH_4 , de H_2S et de CO_2 à l'intérieur du digesteur avant toute intervention. Les règles de sécurité à appliquer sont alors celles décrites pour l'intervention dans les espaces clos.

Travaux

Lorsque des travaux sont prévus, il est important d'établir :

- ❑ Des permis de travaux et/ou feu et de contrôler la position des canalisations avant d'effectuer ceux-ci.
- ❑ Un plan de circulation pour protéger les canalisations et les enceintes de stockage.
- ❑ La mise en place d'un plan de prévention des interventions des entreprises extérieures pour la sensibilisation des intervenants aux risques encourus (R 4511-1 à R 4515-11 du Code du travail).
- ❑ De faire intervenir du personnel formé aux risques de l'installation de biogaz.



Installation de méthanisation agricole. Source agriKomp.

Glossaire

Biogaz : gaz résultant du processus de dégradation biologique des matières organiques en l'absence d'oxygène. Il contient une forte proportion de méthane (50 %) et possède donc un fort potentiel calorifique et énergétique.

Digestat : le "digestat" est la matière digérée. Il se présente, en sortie de digesteur, sous la forme d'un produit humide : liquide (de type boue), pâteux ou solide.

Digesteur : nom donné au réacteur où se déroule la fermentation des déchets à forte teneur en matière organique. Ce réacteur est composé d'une cuve étanche au gaz et isolée thermiquement.

Fosse de stockage d'effluents d'élevage : réservoir temporaire pour le transit des effluents d'élevage (lisier, purin...). Les effluents sont soit directement introduits dans le digesteur soit transférés vers une préfosse de mélange.

Fosse de stockage du digestat : cuve à l'intérieur de laquelle le digestat est stocké temporairement avant son utilisation ultérieure.

Local technique : local qui contient les équipements nécessaires au suivi des installations (dispositifs de commande et de régulation), au traitement du biogaz mais pas à la valorisation de celui-ci. Les opérations de valorisation sont réalisées dans « l'unité de combustion ».

Méthanisation : dégradation biologique des matières organiques en l'absence d'oxygène.

Post-digesteur : nom donné au réacteur dans lequel la substance organique dégradée est complètement décomposée. Après avoir traversé le digesteur, le substrat est envoyé dans le post-digesteur.

Préfosse de mélange : fosse à l'intérieur de laquelle les effluents d'élevage sont mélangés avec les autres matières organiques provenant de l'exploitation (déchets de culture, herbe...) ainsi que les co-substrats, matières organiques provenant de l'extérieur de l'exploitation (déchets verts...).

Glossaire

Puits de condensat : dispositif pour l'évacuation de l'eau de condensation de la conduite de biogaz.

Réservoir de stockage de biogaz : enceinte à l'intérieur de laquelle le biogaz est stocké provisoirement jusqu'à son utilisation finale (dispositif thermique...).

Substrat : matières organiques destinées à la fermentation.

Unité de combustion : local contenant les équipements de valorisation du biogaz : un moteur à combustion et un générateur pour la production couplée de courant et de chaleur, ou une chaudière.

Bibliographie

- ❑ Rapport INERIS N°DRA-07-88414-10586B. « Étude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles ». Janvier 2008.
- ❑ 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.
- ❑ INRS. Guide pratique de ventilation 8 ED703. « Ventilation des espaces confinés ». Juillet 2004.
- ❑ INRS. Recommandations R420. « Risques d'intoxication présentés par l'hydrogène sulfuré ». Juin 2005.
- ❑ INRS. Document ED6026 « Interventions en espaces confinés dans les ouvrages d'assainissements. Obligations de sécurité ». 2008.
- ❑ FAT (Station de recherches en économie et technologie agricoles, suisse). Rapport N°530. « Règle de sécurité pour les installations de biogaz agricoles »..1999. Suisse.
- ❑ Union allemande des fédérations professionnelles agricoles. Bureau principal pour la sécurité et la protection de la santé. Document de travail 10.2008 « Règles de sécurité applicables aux unités de biogaz agricoles ».
- ❑ Comité autrichien pour l'agriculture et le développement de la terre. Fiche Technique ÖKL n°62. « La sécurité des installations agricoles de biogaz ». 1998.



Ce document a été réalisé pour le compte du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche avec les représentants de :

Agriculture Énergie Biomasse,

agriKomp,

Association Technique Énergie Environnement (ATEE, Club Biogaz),

Bio-NRJ,

Groupama,

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS),

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche -
Bureau santé et sécurité au travail (BSST),**

**Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de
l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT),**

Mutualité Sociale Agricole (MSA),

Solagro.

