

Risques liés à l'exploitation des unités de méthanisation agricole



Les installations de méthanisation constituent un outil de valorisation des déchets des productions agricoles qui correspond aux objectifs du développement durable. Cependant, ces installations ne sont pas sans risques pour les opérateurs ou leur environnement car les biogaz peuvent conduire à des risques d'incendie, d'explosion, d'intoxication, d'anoxie ou de pollution. Il importe de maîtriser ces risques pour disposer d'une installation sûre.

En l'absence d'oxygène, les biogaz sont produits par la fermentation de matières organiques animales ou végétales. La composition des biogaz varie en fonction de la nature des substrats entrants et des conditions opératoires.

Le document ci-après réalisé par l'INERIS 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, ex-ploitants, 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.

Phénomènes dangereux associés au biogaz

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 (CH_4),
- 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) :

- CH dans l'air : 5% - 15%
- Biogaz : 10 % - 24 %.

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% CH_4 /50% CO_2) est comprise entre 10% et 24% (soit entre 5% et 12% de CH_4).

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

A 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.

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.

Distances de sécurité

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 majorants. 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...).

Zones à risque d'explosion

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.

Ventilation et détection

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.

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

- 1er seuil à 20% de la LIE de CH₄ avec asservissement : déclenchement d'une alarme déportée.
- 2ème 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).

Mesures de sécurité indispensables

De manière générale

- Il est indispensable d'utiliser des 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 du 1er juillet 2004.

Les pré fosses

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 (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.
- 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

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.
- 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.

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 et en sulfure d'hydrogène (H₂ S) 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.

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

A 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 ».
- 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 haut niveau asservis à l'alimentation en digestat.

Locaux techniques

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

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.