

Note de synthèse
INERIS-DRC-16-156380-10496B

Janvier 2018

**Recommandations et travaux en cours
en vue de limiter les émissions de
méthane des installations de
méthanisation agricoles**

Recommandations et travaux en cours en vue de limiter les émissions de méthane des installations de méthanisation agricoles

Note réalisée pour le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

PRÉAMBULE




Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Karine ADAM	Rodolphe GAUCHER	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieur de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable du Pôle Risque et Technologies Durables
Visa			

RESUME

Cette note de synthèse s'inscrit dans le cadre des travaux de l'INERIS relatifs à la méthanisation en appui au Ministère chargé de l'Environnement.

Elle fait suite aux rapports bibliographiques référencés INERIS-DRC-14-141736-12606A et INERIS-DRC-15-149203-11836A qui dressent un état des lieux des connaissances des émissions de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O) de ces installations.

Cette note présente :

- d'une part, de manière synthétique, les bonnes pratiques identifiées vis-à-vis de la maîtrise des émissions de biogaz notamment au travers des visites d'installations réalisées par l'INERIS entre 2014 et 2016 et des échanges avec la profession et les représentants de l'Inspection ; ces bonnes pratiques sont formalisées dans un recueil à paraître début 2018 ;
- d'autre part, la démarche proposée par l'INERIS à travers le projet MethanEmis pour générer des données d'émissions de méthane plus spécifiques aux installations françaises qui permettra de compléter et d'améliorer, au besoin, les premières propositions de bonnes pratiques.

SOMMAIRE

1. OBJET ET CONTEXTE	7
2. BONNES PRATIQUES PROPOSEES.....	8
2.1 Conception, dimensionnement.....	8
2.2 Soupapes de sécurité au niveau de la digestion	9
2.3 Stockage des intrants.....	9
2.4 Stockage du digestat.....	10
2.5 Valorisation du biogaz	10
2.6 Surveillance du process et connaissance des pertes de biogaz	10
2.7 Surveillance des installations et plan de maintenance	11
3. COMPLEMENTS D'INFORMATIONS - MESURES SUR SITE.....	11
3.1 Quantification et identification des conditions d'émissions de biogaz.....	11
3.2 Estimation des émissions non mesurées	12
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	14

1. OBJET ET CONTEXTE

Inscrit dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le développement des installations de méthanisation constitue un enjeu important ; en effet, ces installations participent à la production d'énergie renouvelable (électricité, chaleur, carburant) par la valorisation directe du biogaz qu'elles produisent ou par l'intermédiaire de la production de biométhane.

Les pertes de biogaz peuvent avoir des conséquences non seulement économiques car elles influent directement sur la rentabilité des installations mais également des conséquences environnementales, voire sanitaires.

Les travaux menés par l'INERIS depuis 2013 ont permis d'identifier les émissions potentielles de méthane de ces installations ; le méthane a été utilisé ici comme traceur des émissions de biogaz. Ils ont fait l'objet de deux rapports consécutifs référencés INERIS-DRC-14-141736-12606A et INERIS-DRC-15-149203-11836A.

Les conclusions montrent que les émissions de méthane, identifiées dans la littérature présentent une variabilité importante et peuvent atteindre 25 % du méthane produit. Toutefois, la littérature comporte peu de données françaises.

Ces émissions potentielles concernent les différentes filières de méthanisation (boues de STEU, biodéchets ménagers, agricoles) mais les plus importantes restent associées aux installations agricoles. Deux raisons à cela, d'une part ces dernières sont majoritairement de configuration ouverte (pas de captage de l'air en bâtiment ni de traitement aval) contrairement aux autres filières et d'autre part, elles utilisent des substrats plus variables.

Cette étude bibliographique associée aux retours d'expérience et aux pratiques de terrain collectés lors de visites sur site réalisées de 2014 à 2016 par l'INERIS, a permis de lister les principales sources et les situations particulières à l'origine des émissions, pour lesquelles les connaissances et les données méritaient d'être consolidées :

- les soupapes de sécurité au niveau de l'étape de digestion ;
- les interventions pour maintenance ou réparation (ex : brasseurs) au niveau de la digestion ;
- la torchère ;
- les sources fugitives : toutes sources avec défaut d'étanchéité comme les canalisations, les systèmes d'accroches des membranes...

Pour d'autres sources, les connaissances acquises et les données collectées sont apparues suffisantes pour proposer des mesures de prévention et de réduction des pollutions. C'est notamment le cas pour les étapes de stockage des intrants et du digestat et de valorisation du biogaz (systèmes d'épuration du biogaz en biométhane, moteurs).

Afin d'accompagner le développement de ces filières en France en garantissant une maîtrise des émissions et des risques lors de leur conception et de leur exploitation, l'INERIS formalise, à la demande du Ministère chargé de l'Environnement, dans des fiches techniques thématiques, les bonnes pratiques à destination des exploitants et de l'Inspection. Ces fiches seront publiées en 2018 sous forme d'un recueil des bonnes pratiques.

Pour mieux appréhender les niveaux d'émissions et ainsi mieux cibler les mesures de prévention et de réduction à prioriser, la production de données spécifiques à l'échelle nationale est apparue nécessaire.

Cette note de synthèse vise à présenter d'une part, de manière synthétique, les bonnes pratiques identifiées vis-à-vis de la maîtrise des émissions de biogaz (cf. § 2) et, d'autre part, la démarche proposée par l'INERIS pour générer des données d'émissions de méthane plus spécifiques aux installations françaises qui permettra de compléter et d'améliorer les premières propositions de bonnes pratiques (cf. § 3). **Cette démarche intègre la réalisation d'une campagne de mesures qui se concrétise notamment à travers le projet MéthanEmis piloté par l'INERIS et cofinancé par l'ADEME, projet qui a démarré fin 2017.**

2. BONNES PRATIQUES PROPOSEES

Suite à l'étude bibliographique et aux échanges avec les exploitants lors de visites sur site, des mesures de prévention ont été proposées en vue de limiter les émissions de biogaz. Elles concernent la conception et le dimensionnement du réseau biogaz, différentes étapes dans le procédé, la surveillance du procédé et des fuites et le programme de maintenance.

D'une manière générale, la maîtrise des émissions passe par une bonne connaissance du procédé, des équipements et des paramètres de suivi. Il faut également tenir compte du fait que les émissions évoluent au cours de la vie de l'installation.

Assurer un fonctionnement stable et ajuster les durées d'intervention limitent les émissions non maîtrisées. Dans cet objectif, l'installation et les ouvrages sont réfléchis et conçus en intégrant les moyens permettant de faciliter et de sécuriser les interventions et ainsi limiter les durées d'indisponibilité des équipements. Assurer un suivi adapté des équipements et du procédé permet d'identifier toute dérive et d'intervenir rapidement ou de planifier les maintenances dans les meilleures conditions.

2.1 CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT

Le réseau biogaz de l'installation est conçu de manière à diriger le biogaz produit par ordre de priorité vers :

- Le système de valorisation (moteur de cogénération, épuration en biométhane, chaudière...) puis ;
- Le stockage en cas de défaillance sur le système de valorisation et enfin ;
- La torchère si elle est présente sur site ou tout autre système de secours. Ces équipements sont de manière générale peu implantés sur les installations françaises. La torchère ou toute autre technique équivalente a pour objectif d'oxyder le biogaz et ainsi de limiter les émissions de méthane (CH₄) ; le méthane étant oxydé en dioxyde de carbone (CO₂). Pour rappel, le CH₄ est un puissant gaz à effet de serre (GES) et présente un potentiel de réchauffement 25 (28-36) fois plus important que le CO₂ pour une période de 100 ans (selon le IPPC, 2013)¹.

Si aucun des systèmes ci-dessus ne permet la gestion du biogaz, il est alors émis directement à l'atmosphère par la soupape de sécurité. Cette dernière peut également se déclencher, lors d'une montée en pression rapide de l'ouvrage, montée qui ne peut pas être gérée par le réseau.

Le dimensionnement du stockage de biogaz s'avère essentiel pour s'assurer d'une capacité suffisante pour intégrer les pics de production de biogaz et garantir un délai d'intervention à l'exploitant. Généralement le stockage de biogaz est un stockage tampon

¹ On peut poser que 1 kg CH₄ = 28-36 kg équivalent CO₂ (kg éq CO₂)

associé au digesteur et / ou au post-digesteur. Il est essentiel de prévoir un moyen de contrôle du niveau de stockage. En condition habituelle de fonctionnement, ce stockage se situerait idéalement entre 30 et 70% afin de conserver une marge de manœuvre.

2.2 SOUPAPES DE SECURITE AU NIVEAU DE LA DIGESTION

Afin d'identifier les ouvertures potentielles de la soupape, une surveillance continue de la pression au sein du digesteur doit être prévue dès la conception.

Une maintenance régulière doit être mise en place. Elle intègre par exemple, un contrôle visuel de la corrosion et de l'étanchéité entre la soupape et le digesteur. Au besoin, les joints d'étanchéité sont renouvelés.

Pour les soupapes hydrauliques, systèmes les plus courants en installations agricoles, le niveau de liquide doit être vérifié :

- régulièrement pour combler les évaporations possibles, les débordements,
- systématiquement après le déclenchement de la soupape ou en cas de phénomènes de moussage dans le digesteur,
- et protégé du gel en ajoutant de l'antigel. Sinon la soupape dans son ensemble doit être protégée contre le froid (calorifuge) ou chauffée (traçage électrique par exemple).

Le bon fonctionnement des pièces mobiles de la soupape doit également être contrôlé et le programme de maintenance doit intégrer une vidange et un nettoyage de la soupape (entre 2 à 6 fois par an en fonction du type de contrat de maintenance choisi par l'exploitant).

Il faut limiter les phénomènes de moussage, les montées rapides en pression suite à l'introduction dans le digesteur de manière brutale ou d'une trop grande quantité de matière fortement méthanogène, de substrats réactifs en mélange. L'effet de l'utilisation de substrats fortement méthanogènes peut être différé par rapport à son introduction, de plusieurs heures à plus de 24 heures. Une bonne connaissance des substrats utilisés et de leur compatibilité est nécessaire. De même, les recettes doivent être adaptées en fonction des substrats et si possible être réalisées en amont du digesteur.

2.3 STOCKAGE DES INTRANTS

Une évacuation rapide des lisiers frais de la pré-fosse permet de réduire les émissions dans les bâtiments d'élevage, au niveau des stockages en fosses extérieures et de maximiser le potentiel méthanogène des lisiers envoyés en méthanisation.

Les durées de stockage sont limitées autant que possible pour limiter la production de biogaz et conserver leur potentiel méthanogène pour la méthanisation.

2.4 STOCKAGE DU DIGESTAT

La couverture avec extraction de biogaz n'est classiquement pas nécessaire si le digestat stocké est suffisamment stabilisé. Le temps de séjour doit être suffisant en amont pour garantir le captage du biogaz produit. De plus en plus d'installations agricoles possèdent un post-digesteur (maintenu en température) qui permet d'assurer un temps de séjour compatible avec la production méthanogène des substrats en mélange.

Par contre, la couverture est conseillée car permet de limiter les surfaces émissives et donc les émissions provoquées par l'influence du vent. La couverture du stockage de digestat vise en premier lieu à limiter les émissions d'ammoniac à l'atmosphère (donc les pertes d'azote au niveau du digestat) et la dilution du digestat par les pluies météorites.

2.5 VALORISATION DU BIOGAZ

Le biogaz est majoritairement valorisé par la production d'électricité et de chaleur (cogénération) ou la production de biométhane (injection dans le réseau de gaz naturel ou production carburant vert).

Pour la cogénération, le réglage du moteur et son fonctionnement à un régime nominal permettent de limiter les émissions de méthane.

Lors de l'épuration du biogaz en biométhane, les pertes de méthane sont directement associées aux rejets du gaz résiduaire après épuration. En fonction des techniques sélectionnées, les taux de méthane résiduaire sont connus. Certains pays imposent un post-traitement thermique de ce gaz résiduaire avant rejet à l'atmosphère.

2.6 SURVEILLANCE DU PROCESS ET CONNAISSANCE DES PERTES DE BIOGAZ

Pour limiter les émissions de biogaz, un fonctionnement continu de l'installation doit être garanti grâce à la mise en place d'un suivi des paramètres clefs du process. Tout arrêt engendre la nécessité de gérer le biogaz produit en limitant le recours au rejet à l'atmosphère et plus la durée de l'événement augmente, plus cette gestion est difficile. Il est donc nécessaire d'identifier les situations particulières susceptibles d'impliquer de telles conséquences et d'envisager les moyens de les réduire dès la conception (ex : dimensionnement du stockage de biogaz,...) ou au fur et à mesure de l'exploitation. Ces situations peuvent également être identifiées grâce à la mise en commun du retour d'expériences avec d'autres exploitants.

En premier lieu, le suivi de la quantité de biogaz produite, valorisée et détruite (torchée) doit être assuré car il permet de déduire la quantité de biogaz émise de manière non intentionnelle. Cette surveillance est peu courante en France.

Les premières mesures à mettre en place pour réduire les fuites sont la surveillance visuelle de l'installation (par exemple points de corrosion, équipements particuliers) et le programme de maintenance en ciblant certaines sources ou situations connues. Les méthodes de détection de fuites² permettent, en complément, d'identifier des fuites au niveau de sources non forcément prises en compte dans le programme de maintenance. En effet, les fuites évoluent au fil de la vie de l'installation : avec l'âge et en fonction des agressions subies.

La surveillance des émissions et des fuites permet de vérifier l'évolution de certains équipements au cours du temps et d'établir un plan de maintenance corrective.

² Cf. rapports INERIS-DRC-14-141736-12606A et INERIS-DRC- 15-149203-11836A

2.7 SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS ET PLAN DE MAINTENANCE

Le contrôle des installations intègre des rondes régulières (observations visuelles voire olfactives) sur l'ensemble du site et doit intégrer certains équipements spécifiquement vis-à-vis de la maîtrise des émissions (garde hydraulique de la soupape, flamme de la torchère, observation par les hublots, équipements vitaux...) ou des étapes sensibles aux défauts d'étanchéité (systèmes d'alimentation, systèmes d'accroche de la membrane de stockage de biogaz...).

La maintenance préventive est essentielle pour limiter les émissions et identifier rapidement les équipements pour lesquels une surveillance accrue doit être envisagée ou une réparation doit être planifiée (maintenance curative). Elle prévoit également le renouvellement périodique des joints d'étanchéité au niveau des ouvertures pratiquées dans les structures (hublot d'observation, soupape, axe de rotation des brasseurs, trappes d'accès, trous d'homme...) et le resserrage des brides aux jonctions entre les canalisations. Le retour d'expérience de la profession pourrait permettre de définir les fréquences minimales à respecter.

La maintenance curative est mise en œuvre suite à la détection d'une dérive ou la casse d'un équipement. Cette maintenance implique des interventions selon des procédures claires et maîtrisées afin d'assurer la sécurité et la protection des intervenants ainsi que la minimisation des rejets pendant ces périodes. L'identification des risques spécifiques et les conditions d'intervention doivent être établies avant intervention. En effet, certaines opérations de maintenance sont réalisées directement par l'exploitant. La réparation du moteur ou le changement de pôle du brasseur peut être réalisé directement par l'exploitant.

En complément, les équipements vitaux, pour lesquels un stock sur site mérite d'être envisagé, doivent être identifiés. Ce stock permet en effet de limiter les durées de dysfonctionnements ou d'indisponibilités en autorisant une réparation rapide à moins qu'un contrat de maintenance sous un délai court soit prévu.

3. COMPLEMENTS D'INFORMATIONS - MESURES SUR SITE

Afin d'améliorer les connaissances sur les sources et les niveaux d'émission de biogaz par les installations de méthanisation, l'INERIS a engagé fin 2017 un projet de recherche cofinancé par l'ADEME (MethanEmis). Ce projet consiste en la réalisation d'une campagne de mesures sur des installations en fonctionnement nominal et l'estimation des émissions d'autres sources et opérations. Les résultats seront disponibles courant 2020. Ce chapitre présente le cadrage de ce projet.

3.1 QUANTIFICATION ET IDENTIFICATION DES CONDITIONS D'EMISSIONS DE BIOGAZ

Les mesures sur site visent à obtenir des données quantifiées et des informations plus précises quant :

- aux émissions de méthane sur l'ensemble d'une installation de méthanisation et pour des conditions de fonctionnement différentes (substrats, saisons, opérations réalisées, arrêt ou mise en route de certains équipements) ;
- à l'influence de certaines sources sur les émissions globales (comme la torchère) ;
- aux émissions fugitives (sources, variabilité dans le temps) ;
- à la part des émissions fugitives dans les émissions « globales » du site ;

- aux profils d'émissions des soupapes de sécurité au niveau des digesteurs et aux conditions opératoires associées à ces profils.

Les critères pour la réalisation d'une campagne de mesure visant à obtenir ces différentes informations sont de deux catégories. Les critères concernant le parc ciblé sont d'ores et déjà fixés, alors que les critères de surveillance proprement dite doivent être précisés ou affinés.

Sélection des installations

Les mesures seront réalisées sur 3 sites agricoles pour atteindre le meilleur compromis entre le coût, les délais, la disponibilité du matériel et la durée des interventions sur site.

Des sites en exploitation depuis 3 à 5 ans seront sélectionnés. Cette ancienneté est en effet représentative du parc agricole français et d'une certaine « homogénéité » des technologies mises en œuvre. De plus, les exploitants de ces installations ont généralement une bonne connaissance de leur exploitation et un fort retour d'expérience. Les installations sélectionnées correspondent à des installations mettant en œuvre de bonnes pratiques d'exploitation et avec un fonctionnement optimisé. Il s'agit d'évaluer les émissions d'installations en fonctionnement normal.

Au moins un site devrait comporter une torchère en poste fixe.

Techniques de surveillance

Pour évaluer les émissions « globales » des sites, il est nécessaire de définir en amont :

- o les techniques de mesures. Une pré-campagne de quantification des émissions fugitives a été réalisée en 2016 sur un site afin d'évaluer les teneurs émises aux fuites. Une modélisation de la dispersion atmosphérique de ces émissions est en cours pour évaluer les distances pour lesquelles les teneurs se rapprochent du bruit de fond. Ces données vont permettre de définir les techniques les plus appropriées car suffisamment sensibles pour permettre une quantification ;
- o le plan de surveillance : surveillance sur plusieurs semaines afin de couvrir différentes conditions de fonctionnement du site et différentes conditions météorologiques.

Afin d'évaluer l'importance relative des émissions fugitives, ces dernières peuvent être identifiées par caméra infra-rouge (IR) et quantifiées par bagging. Pour chaque site ces mesures devraient être réalisées à deux reprises.

Et pour évaluer les profils d'émissions des soupapes, il est envisagé de mettre en place une surveillance et un enregistrement de la température aux rejets des soupapes sur la période de surveillance de l'installation.

3.2 ESTIMATION DES EMISSIONS NON MESUREES

Les informations collectées lors de la campagne de mesures permettront de réaliser une estimation des émissions pour certaines sources ou situations, présentées ci-après pour lesquelles la mesure directe sur site n'est pas possible.

Les soupapes de sécurité

La campagne de mesure permettra d'identifier des profils et fréquences d'ouverture mais pas les volumes émis. Ces volumes seront estimés à partir du dimensionnement des soupapes sur les sites sélectionnés. Une étude menée en 2016³ a permis de comprendre les règles générales de dimensionnement ainsi que les conditions minimales nécessaires à respecter pour garantir leur fonctionnement optimal.

Les opérations d'intervention sur les digesteurs

Les opérations concernées sont explicitement celles pour lesquelles un débouchage partiel ou total est nécessaire, le cas d'un stockage tampon de biogaz intégré par exemple. Pour cette partie, deux types d'intervention ont été identifiées : une intervention de curage du digesteur, opération peu fréquente réalisée dans des conditions spécifiques et une opération plus courante au niveau des brasseurs. Pour ce dernier cas, il est assez difficile d'obtenir les fréquences d'intervention. Des hypothèses seront formulées et proposées à la profession pour avis à moins que les exploitants des sites sélectionnés ne puissent préciser ces informations.

Les torchères

Une efficacité théorique de combustion est appliquée pour calculer les émissions ; cette efficacité semble élevée pour les torchères employées en installation agricole. Les paramètres de suivi de la torchère seront analysés pour vérifier son efficacité. Le nombre de déclenchements, les durées de fonctionnement de la torchère permettraient d'obtenir des profils de fonctionnement et des gammes d'émissions théoriques pour la ou les torchères des sites surveillés. Un recensement des types de torchères communément implantés en France est à prévoir pour être à même de proposer des recommandations adaptées. Des échanges sur les dimensionnements des torchères avec les concepteurs peuvent s'avérer nécessaires.

La montée en régime d'une installation (démarrage, redémarrage)

Des informations seront dans la mesure du possible, collectées auprès des exploitants participant au projet, sur les difficultés rencontrées et les moyens mis en œuvre, notamment le torchage, durant cette phase de plusieurs mois.

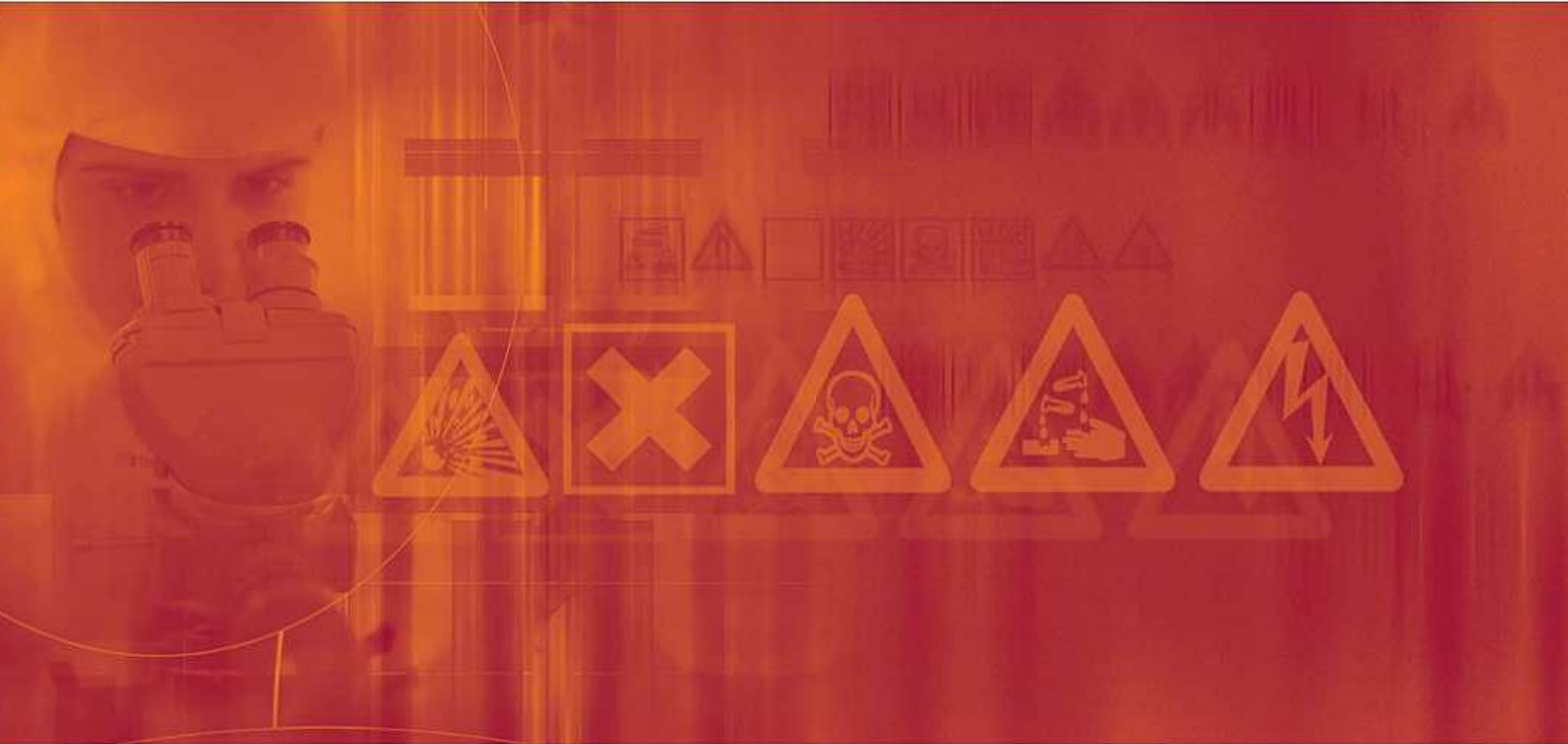
³ Etude de la fiabilité et des émissions de méthane des soupapes de sécurité d'unités de méthanisation, rapport référencé INERIS-DRA-16-156382-09815A de mars 2017

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La quantification des émissions de biogaz estimées par les actions précédentes devrait permettre notamment de confirmer et/ou de compléter les mesures de prévention et de réduction mises en évidence et présentées ci-avant.

Les différentes situations à l'origine des émissions identifiées durant la campagne devront être analysées avec les exploitants de manière à les confronter aux conditions opératoires. Les résultats de ces campagnes de mesures sur site associés à la connaissance terrain acquise lors des visites de sites réalisées par l'INERIS dans le cadre de son programme d'appui au Ministère chargé de l'Environnement, permettra notamment d'élargir les situations à considérer et d'améliorer et d'alimenter les mesures de prévention proposées jusqu'ici.

Ces résultats associés à la publication du recueil de bonnes pratiques en 2018 contribueront ainsi à une meilleure maîtrise des émissions de biogaz en accompagnement du développement de la méthanisation.



INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - Internet : <http://www.ineris.fr>