

METHANISATION

2015 Février (mise à jour)

2014 Février

Référent : BASTIDE Guillaume - Service Prévention et Gestion des Déchets
Direction Consommation Durable et Déchets - ADEME Angers

Résumé

Ce document explique les fondamentaux de la méthanisation tels que les réactions biologiques et les conditions favorables à la production de biogaz. (température, pH, milieu anaérobie, etc.).

Il fait également le point sur les techniques disponibles, la réglementation en place, les impacts environnementaux et la rentabilité des installations de méthanisation.

Des exemples d'installations et quelques questions réponses finalisent le document et apportent des précisions aux divers interrogations.

Sommaire

1. L'essentiel
2. Description des procédés
3. Cadre réglementaire
4. Quels sont les impacts
5. Quels sont les coûts
6. Des exemples
7. Questions réponses
8. Perspectives

1. L'essentiel

1.1. Définition

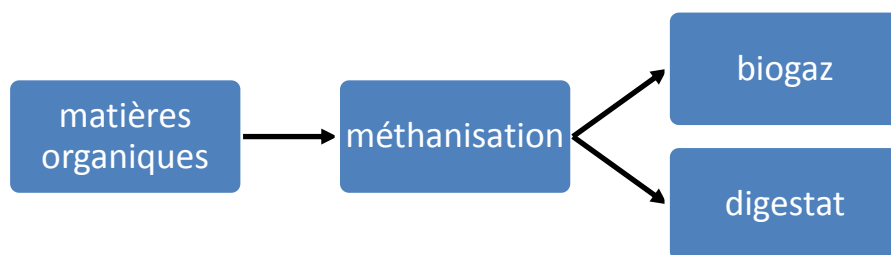
La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie, contrairement au compostage qui est une réaction aérobie).

Cette dégradation aboutit à la production :

- d'un produit humide riche en matière organique partiellement stabilisée appelé digestat. Il est généralement envisagé le retour au sol du digestat après éventuellement une phase de maturation par compostage ;
- de biogaz, mélange gazeux saturé en eau à la sortie du digesteur et composé d'environ 50 % à 70 % de méthane (CH_4), de 20 % à 50 % de gaz carbonique (CO_2) et de quelques gaz traces (NH_3 , N_2 , H_2S). Le biogaz a un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) de 5 à 7 kWh/Nm³. Cette énergie renouvelable peut être utilisée sous différentes formes : combustion pour la production d'électricité et de chaleur, production d'un carburant, ou injection dans le réseau de gaz naturel après épuration.

Il existe 4 secteurs favorables au développement de la méthanisation : (1) agricole, (2) industriel, (3) déchets ménagers, (4) boues urbaines.

Bilan de la réaction de méthanisation :



1.2. Avantages

La méthanisation de déchets organiques présente de nombreux avantages, notamment :

- une double valorisation de la matière organique et de l'énergie ; c'est l'intérêt spécifique à la méthanisation par rapport aux autres filières,
- une diminution de la quantité de déchets organiques à traiter par d'autres filières,
- une diminution des émissions de gaz à effet de serre par substitution à l'usage d'énergies fossiles ou d'engrais chimiques,
- un traitement possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état,
- sur les grandes unités, une limitation des émissions d'odeurs *a priori* du fait de digesteur hermétique et de bâtiment clos équipé de traitement d'air performant.

1.3. Contraintes

Le choix de la méthanisation nécessite de prendre soin des points suivants lors de la conception du projet :

- S'assurer de la maîtrise de la ressource des déchets à méthaniser.
- Vérifier la valorisation énergétique possible du biogaz : valorisation chaleur sur site en cas de cogénération, injection possible ou non dans le réseau de gaz naturel.

- Complémentarité avec l'incinération et/ou avec le stockage en centres de stockages de déchets non dangereux pour les fractions de déchets non organiques, ne pouvant pas être méthanisées.
- Complémentarité avec le compostage pour traiter les déchets ligneux mal adaptés à la méthanisation ou pour finaliser la maturation du digestat, en particulier dans le cas d'une mise en marché sous les normes NF U 44-051 ou NF U 44-095.
- Mise en place d'un traitement des excédents hydriques du process pour les grosses installations.
- Intégration dans le montage du projet d'une recherche de débouchés conduisant à une réelle substitution énergétique et à une valorisation agronomique du digestat.
- Selon la valorisation choisie pour le biogaz, la mise en place de traitements adaptés des biogaz (déshumidification, ...).
- Disponibilité suffisante de capitaux pour investir dans l'installation.

1.4. Déchets concernés

Toutes les matières organiques sont susceptibles d'être ainsi décomposées (excepté des composés très stables comme la lignine) et de produire du biogaz, avec un potentiel méthanogène toutefois très variable. La méthanisation convient particulièrement aux substrats riches en eau, contenant de la matière organique facilement dégradable, et facilement pompables pour permettre un fonctionnement en continu.

Les déchets méthanisés peuvent être d'origine :

- Agricole : déjections animales, résidus de récolte (pailles, spathes de maïs ...), eaux de salle de traite, etc.
- Agro-industrielle : abattoirs, caves vinicoles, laiteries, fromageries, ou autres industries agro-alimentaires, chimiques et pharmaceutiques, etc.
- Municipale : tontes de gazon, fraction fermentescible des ordures ménagères, triée à la source (biodéchets) ou non (TMB), boues et graisses de station d'épuration, matières de vidange, etc.

La co-digestion d'un mélange de déchets organiques est à préconiser pour permettre des économies d'échelle et optimiser la production de biogaz.

1.5. Les 5 modes de valorisation du biogaz

a - Production de chaleur : l'efficacité énergétique est intéressante si le besoin en chaleur des débouchés est assez important pour permettre de valoriser le maximum de l'énergie disponible. Cela nécessite également des débouchés à proximité pour limiter le transport coûteux de la chaleur ou du biogaz.

b - Production d'électricité : l'efficacité énergétique est plus faible (- 37 %) du fait du rendement énergétique de l'électricité se limitant, pour des moteurs, aux environs de 33 %.

c - Production combinée d'électricité et de chaleur, ou cogénération : c'est le mode de valorisation du biogaz le plus courant. En plus de l'électricité produite grâce à un générateur, de la chaleur est récupérée, principalement au niveau du système de refroidissement. La valorisation de cette chaleur nécessite un débouché à proximité. Ce cas est encouragé par une prime à l'efficacité énergétique présente dans le tarif d'achat d'électricité.

d - Carburant véhicule : pour être utilisé en tant que carburant véhicule, le biogaz suit une série d'étapes d'épuration/compression. Cette valorisation s'est principalement développée en Suède et en Suisse. En France, l'opération pionnière de Lille permettra de mieux évaluer les aspects environnementaux de cette filière et les difficultés de mise en œuvre que ce soit d'ordre technique, économique, juridique. Elle peut être envisagée dans le cadre d'une flotte captive de véhicule (bus, bennes déchets, ...).

e - Injection du biogaz épuré dans le réseau de gaz naturel : Dans certains pays européens, l'injection du biométhane dans des réseaux dédiés ou non est plus usuelle : Suède, Allemagne, Suisse, Pays Bas, ... L'injection du biogaz épuré dans le réseau de gaz naturel est le mode de valorisation le plus performant. En France de nombreux projets ont été identifiés en 2012, notamment à la ferme, qui verront le jour à partir de 2013.

1.6. Valorisation du digestat

La qualité du digestat, conditionnant sa valorisation agronomique, dépend de plusieurs facteurs :

- la nature des déchets traités, notamment lorsqu'il s'agit de déchets ménagers ;
- l'efficacité des collectes sélectives : soit pour sélectionner les déchets fermentescibles, soit celles visant à écarter les « indésirables » pour la méthanisation : emballages à destiner au recyclage, et déchets spéciaux à un traitement dédié.

L'efficacité des tris complémentaires en usine : l'affinage du digestat humide étant particulièrement délicat, il est préférable d'introduire un déchet sans indésirables dans le digesteur (risque de colmatage).

Après une éventuelle phase de maturation par compostage, les caractéristiques agronomiques et les paramètres d'innocuité du digestat sont généralement proches de celles d'un compost (ayant suivi uniquement un compostage aérobie).

1.7. Les différents types d'unités

En fonction des déchets traités et des situations, on peut distinguer les différents types d'unités suivantes :

- à la ferme,
- collectif (à la ferme + autres déchets provenant de l'extérieur),
- centralisé (recevant des déchets de différentes origines, y compris agricole),
- STEP (boue de stations d'épuration des eaux),
- Industries agro-alimentaires (IAA),
- Unités traitant des biodéchets (issus de collectes sélectives),
- Unités de TMB traitant des déchets ménagers,
- Installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND).

Avis de l'ADEME (22 novembre 2011)

L'ADEME rappelle que la priorité doit être donnée à la prévention de la production de déchets et que la valorisation des déchets organiques intervient en complément des démarches de recyclage des autres matériaux.

La méthanisation est une technique intéressante pour la gestion des déchets organiques puisqu'elle permet un double bénéfice de valorisation organique et énergétique. Elle est particulièrement adaptée à des déchets issus d'un tri à la source ou d'une collecte sélective, dont la production et la composition sont constantes dans le temps (déchets industriels ou co-digestion de mélange).

L'ADEME recommande, en préalable à tout projet et afin d'assurer la pertinence du choix de la méthanisation, de procéder à l'étude des gisements organiques du territoire, avec une attention pour leur pouvoir méthanogène. Le dimensionnement de l'unité de méthanisation doit notamment prendre en compte la progression du déploiement et de la performance des actions de gestion de proximité (compostage domestique notamment) et des collectes sélectives sur le territoire. Les débouchés possibles pour le digestat et le biogaz doivent également être étudiés. Cette réflexion préalable doit être menée en concertation avec les différents acteurs (producteurs, utilisateurs) et la population.

La méthanisation ne se substitue pas au stockage ou à l'incinération mais elle permet de réduire les quantités à traiter. Elle doit ainsi s'inscrire dans une approche plus vaste de l'ensemble de la chaîne de traitement des déchets, en cohérence avec les plans de gestion et d'élimination des déchets.

Enfin, l'ADEME insiste sur l'optimisation du bilan énergétique (consommation/valorisation) selon le contexte local. La valorisation du biogaz doit aller le plus souvent au-delà d'une production électrique seule en répondant aux besoins de chaleur d'un territoire, ou demain aux possibilités d'injection dans un réseau de transport ou de distribution ou d'utilisation en biocarburant d'une flotte captive (véhicules de collecte, bus, ...).

Pour aller plus loin :

[Avis de l'ADEME sur la Méthanisation des déchets ménagers et industriels](#) – 3 pages, 2011

[Appel à projet Doste](#)

[Diges \(digestion anaérobie et gaz à effet de serre\)](#)

[La méthanisation à la ferme - guide pratique - 20 pages - 2011](#)

[Le fonds chaleur](#)

[Etude de marché de la méthanisation et de la valorisation des biogaz](#) - Synthèse - 2010

[Dossier La méthanisation, l'avenir énergétique des déchets organiques](#) – Ademe&Vous - 01/11/2010

[Avis ADEME - Méthanisation des déchets agricoles](#)

Formulaire d'identification d'une installation de valorisation de biogaz. : <http://identification-biogaz.ademe.fr/>

[Injection de "biométhane" dans le réseau de gaz naturel](#)

[Unité de méthanisation de déchets ménagers](#) : cette vidéo présente l'organisation du tri sélectif et de la collecte des biodéchets sur une communauté de communes (Calais) ainsi que le fonctionnement de l'installation.

Sites internet :

Association des Agriculteurs méthaniseurs de France : <http://pardessuslahaie.net/agriculteurs-methaniseurs>

ADEME : <http://www.ademe.fr/>

AILE : <http://www.aile.asso.fr/>

Rhône Alpes Energie : <http://www.biogazrhonealpes.org/>

Solagro : <http://www.solagro.org/>

TRAME : <http://www.trame.org/>

Club biogaz de l'ATEE : <http://www.biogaz.atee.fr/>

Biogaz carburant : <http://www.biomethane.fr/biocarburant.html>

Méthéor, Association pour la méthanisation écologique des déchets organiques : <http://www.metheor.org/>

GRdf : [Site de GRdf](#)

2. Description des procédés

2.1. Equipements principaux

Une unité de méthanisation comprend principalement :

- des équipements de séparation des impuretés en tête d'unité selon les matières traitées,
- le mélangeur/malaxeur permettant l'introduction homogène de la matière organique dans le digesteur,
- le digesteur,
- un système de brassage mécanique (simple ou multiple), pneumatique par injection de biogaz, hydraulique par recirculation des matières,
- les systèmes d'extraction et de pressage (et éventuellement de pasteurisation) du digestat,
- le système de traitement, stockage et valorisation du biogaz : déshumidification, production d'électricité, etc.
- éventuellement, un lagunage ou traitement d'épuration des excédents hydriques,
- éventuellement, des équipements de maturation par compostage et des équipements d'affinage du digestat.

2.2. La production du biogaz

Les principales variantes

La méthanisation est un processus endothermique qui se déroule en enceinte fermée (appelée digesteur, fermenteur, ou réacteur) généralement calorifugée afin d'y maintenir une température constante. C'est la plupart

du temps la chaleur de cogénération qui permet de chauffer le digesteur (besoin : de 10 à 15 % de l'énergie primaire). Les procédés se distinguent principalement :

Selon la teneur en matière sèche

- Les procédés à voie humide (< 15 % de matière sèche) : on retrouve ces types de procédés pour les effluents dits liquides (boues, lisiers, ...). Ils peuvent être utilisés pour les déchets solides, lesquels nécessitent alors une dilution.
- Les procédés à voie sèche (15 % à 40 % de matière sèche). Les procédés en voie sèche ont surtout été développés pour traiter les déchets solides. Ces procédés nécessitent un volume moindre (substrat concentré) mais une bonne maîtrise de la circulation de la matière (pompage et brassage).

Le tableau ci-dessous illustre les différences entre méthanisation par voie sèche et humide :

	Méthanisation par voie humide (< 15 % de matière sèche)	Méthanisation par voie sèche (15-40 % de matière sèche)
Avantages	Bonne homogénéisation du substrat Optimisation du transfert de matière et de chaleur Amélioration de la production de biogaz	Flux de matière limité Taille réduite du méthaniseur Taux de matière sèche équivalent à celui de déchets entrants
Inconvénients	Flux de matière élevé (car dilution) Coût de déshydratation du digestat Production forte de jus et de lixiviats Important volume des réacteurs	Conditions moins favorables des transferts matière et chaleur

Selon la température de réaction

Le tableau ci-dessous compare la méthanisation mésophile et la méthanisation thermophile :

	Méthanisation mésophile	Méthanisation thermophile
Température	35-40 °C	50-65 °C
Spécificités	Environ 20 % de chaleur autoconsommée Le plus couramment utilisé Biologie plus stable donc plus facile à maîtriser	Environ 35 % de chaleur autoconsommée Hygiénisation plus poussée des germes pathogènes (présente un intérêt lors de l'utilisation de biodéchets) Temps de séjour plus court Meilleure dégradation des chaînes carbonées Biologie plus difficile à maîtriser Risque d'inhibition à l'ammonium plus forte

Selon les modes d'alimentation et d'extraction des déchets

- Les procédés continus : l'alimentation et la vidange du digesteur se font en permanence avec une quantité entrante équivalente à celle sortante. Ils sont bien adaptés au traitement des déchets liquides. Ce sont les plus fréquents car ce sont aussi les moins exigeants en maintenance.
- Les procédés discontinus, dits « batch » : les digesteurs sont remplis puis vidés séquentiellement lorsque la production de biogaz chute ou devient nulle.
- Les procédés semi-continus : le digesteur est progressivement rempli par des charges successives convenablement réparties dans le temps. La vidange est réalisée lorsque le volume utile du digesteur est atteint et que la production de biogaz n'est plus suffisante.

Le tableau ci-dessous détaille les différences entre méthanisation infiniment mélangée et par piston :

	Méthaniseur infiniment mélangé	Méthaniseur piston (flux piston ou séquentiel)
Avantages	Bonne homogénéité du substrat Bonne dégradation Forte production de biogaz Absence de pièces mécaniques	Temps de séjour maîtrisé Traitement par "volumes" du substrat dans le réacteur, assimilable à un procédé en plusieurs étapes
Inconvénients	Consommation énergétique importante Difficulté de maîtriser le temps de séjour Risque de sédimentation en fond de cuve	Nécessité d'avoir un taux de matière sèche élevé dans le réacteur Moins bonne homogénéité du substrat

2.3. La valorisation du biogaz

La cogénération

Ce mode de valorisation du biogaz est le plus courant. Un moteur entraîne un alternateur qui produit de l'électricité. Le rendement électrique varie de 35 à 38 %. Le reste de l'énergie se retrouve sous forme de chaleur qui est en grande partie récupérée au niveau du système de refroidissement du moteur et au niveau des gaz d'échappement. Le rendement thermique varie de 40 à 47 %. La cogénération présente l'avantage d'assurer une recette constante par la vente d'électricité.

L'utilisation en chaudière

Cette valorisation peut être intéressante lorsqu'il existe un besoin en chaleur constant et suffisant.

L'injection dans le réseau de gaz naturel

Elle existe déjà en Suisse ou en Allemagne. Le seul exemple français est celui de Lille, mais de nombreux projets à la ferme sont en cours et devraient aboutir à partir de 2013.

Pour aller plus loin :

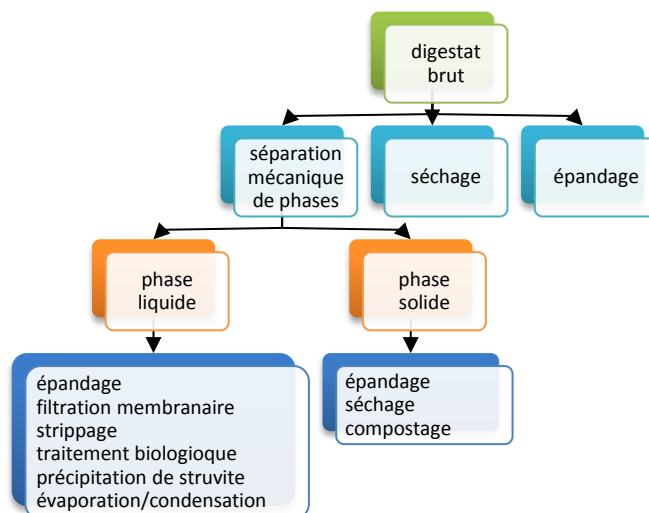
<http://www.injectionbiomethane.fr/accueil.html>

Le biométhane carburant

Cette filière a été mise en place à Lille pour les autobus. Elle est encore peu développée et concerne plutôt les flottes captives, mais c'est un type de valorisation qui pourrait augmenter dans l'avenir.

2.4. Le traitement du digestat

Le schéma suivant présente les différentes voies possibles de traitement du digestat :



La plupart des techniques de traitement du digestat étant onéreuses à l'investissement et au fonctionnement, il est nécessaire de bien identifier les besoins agronomiques locaux réels. Exemples de questions à se poser :

- Ai-je la capacité d'épandre le digestat à proximité ou non ?
- Ai-je un débouché pour mes produits transformés ?
- Les gains obtenus sur le coût de transport me permettront-ils de compenser les coûts de transformation ?

Le traitement le plus courant est une séparation de phases mécanique. Elle permet d'obtenir une fraction liquide et une fraction solide aux caractéristiques agronomiques complémentaires : une fraction fertilisante (la fraction liquide est riche en azote ammoniacal et en potasse) et une fraction amendante (la fraction solide est riche en matière organique et en phosphore). Ce traitement permet ainsi une gestion agronomique plus fine grâce à des périodes d'apport appropriées à chaque fraction.

Pour aller plus loin :

[Guide méthodologique pour le suivi et l'établissement des bilans de performances d'une installation de méthanisation](#)

[METHASIM, outil d'évaluation de l'intérêt technico-économique de la méthanisation à la ferme](#)

[Méthanisation agricole et utilisation de cultures énergétiques en codigestion](#)

[Méthanisation dans la filière porcine : Séparation de phases, séchage et normalisation d'un digestat](#)

3. Cadre réglementaire

Les principaux textes sur le traitement et le retour au sol des déchets organiques sont rassemblés dans le document « rappels réglementaires ». Sont repris ici quelques-uns des textes spécifiques à la méthanisation.

3.1. Classification administrative des installations de méthanisation

Depuis octobre 2009, une rubrique spécifique à la méthanisation a été créée : la rubrique ICPE n°2781. Prévoyant à l'origine un régime de déclaration et un d'autorisation, elle inclut depuis 2010 un régime intermédiaire dit d'enregistrement. La combustion du biogaz est réglementée par la rubrique 2910 C.

Les tonnages et la nature des déchets déterminent le cadre et la procédure réglementaires qui seront appliqués au projet :

Type de matière traitée	Tonnage traité
-------------------------	----------------

		Déclaration	Enregistrement	Autorisation
Rubrique 2781-1	Matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, effluents bruts agro-alimentaires et déchets végétaux d'industries agro-alimentaires	Inférieur à 30 t/j	Supérieur ou égal à 30 t/j et inférieur à 50 t/j	Supérieur ou égal à 50 t/j
Rubrique 2781-2	Autres déchets non dangereux	-	-	Dans tous les cas
Dossier à réaliser et à déposer en préfecture		Dossier sommaire	Dossier technique + consultation des communes + information du public	Etude de dangers + étude d'impact + enquête publique

Les aspects techniques liés au stockage, à l'élimination des excédents et à la valorisation du biogaz sont également à prendre en compte pour déterminer le classement relatif aux installations classées.

Sous-produits animaux (SPAN)

Lors de l'utilisation de SPAN dans une unité de méthanisation, le règlement européen n° 1069-2009 s'applique. Il distingue trois catégories de SPAN et définit leurs règles de traitement. Seuls les SPAN de catégories 2 et 3 sont potentiellement méthanisables :

Catégorie SPAN	Types de sous-produits animaux	Traitement avant entrée dans le digesteur
Catégorie 2	Refus de dégrillage d'abattoirs hors ruminant > 6 mm	Stérilisation : 133 °C, 20 minutes 3 bars
	Lisiers, matières stercoraires, lait et colostrum	Pas de traitement spécifique
Catégorie 3	Parties d'animaux abattus propres à la consommation humaine, plumes, poils et le sang d'animaux, anciennes denrées, déchets de cuisine et de table, lait, œuf, ovoproduits, produits dérivés du lait	Pasteurisation : 70 °C, 60 minutes
Certains mélanges de SPAN de catégorie 3 et lisier		Possibilité de proposer des dispositions particulières d'hygiénisation qui seront étudiées au cas par cas

3.2. Réglementation sur la valorisation du biogaz

Le texte principal concernant les voies de valorisation énergétique est le « décret du 15 juin 2004 relatif aux prescriptions techniques applicables aux canalisations et raccordements des installations de transport, de distribution et de stockage de gaz ».

L'arrêté du 19 mai 2011 fixe les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz. La vente de chaleur produite par le biogaz n'est pas encadrée par un texte de loi.

Les textes autorisant l'injection du biométhane (biogaz épuré) dans le réseau de gaz naturel sont sortis fin 2011. 4 décrets du 21 novembre 2011 et 4 arrêtés du 23 novembre 2011 définissent les dispositifs d'injection et de vente du biométhane.

3.3. Réglementation sur le stockage du biogaz - Rubrique 1411 de la nomenclature ICPE : «gazomètres et réservoirs de gaz comprimés renfermant des gaz inflammables (en quantités supérieures à 1 tonne)».

Le stockage du biogaz relève de la rubrique 1411-2 (Courrier du 27 octobre 2003 relatif au classement du stockage de biogaz au titre de la nomenclature des installations classées sous la rubrique n° 1411) ; les spécifications sont données dans le tableau suivant :

Rubrique 1411 – 2 : pour les autres gaz Quantité totale de biogaz susceptible d'être présente dans l'installation	Régime ICPE
a) Supérieure ou égale à 50 t	Autorisation
b) Supérieure ou égale à 10 t, mais inférieure à 50 t	Autorisation
c) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t	Déclaration

3.4. Elimination du biogaz non valorisé

Les prescriptions relatives aux installations de combustion de biogaz concernent les installations soumises à déclaration et à enregistrement sous la rubrique 2910-C et sont spécifiques au biogaz issus de la méthanisation d'effluents d'élevage, matières stercoraires, matières végétales et déchets végétaux d'IAA (classées sous la rubrique 2781-1). Elles sont définies dans l'Arrêté du 8 décembre 2011.

La mise en place d'une torchère peut être rendue obligatoire lorsque la valorisation du biogaz ne peut être assurée pour des raisons techniques (cas le plus fréquent) ou contractuelles (non valorisation sur une période prédéterminée).

3.5. Réglementation sur la valorisation agronomique des digestats

Un épandage direct du digestat est possible en respectant la procédure des plans d'épandage qui considère ensemble les caractéristiques du produit à épandre, celle du sol récepteur et la quantité apportée qui doivent toutes satisfaire certains seuils. Le digestat reste alors statutairement un déchet.

Si le digestat subit une phase de maturation par compostage, il peut selon sa composition (critères agronomiques et d'innocuité) satisfaire les prescriptions envisagées par la norme NF U 44-051 (ou NF U 44-095) et être alors considéré comme un amendement organique. Le digestat devient alors statutairement un produit, au même titre que tout autre produit cédé ou commercialisé.

Pour aller plus loin :

[Cadre réglementaire et juridique des activités agricoles de méthanisation et de compostage - Guide pratique](#)

Lien vers page du ministère : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Valorisation-du-biogaz.html>

4. Quels sont les impacts

4.1. Agents pathogènes

Il est généralement admis que la plupart des agents pathogènes sont détruits lors de la méthanisation thermophile (à 55 °C). L'hygiénisation dépendant du couple « durée de séjour / température de réaction », il faut au besoin (en cas de méthanisation mésophile ou de durée insuffisante) prévoir soit une pasteurisation du

digestat à 70 °C durant 2 heures, soit un compostage hygiénisant (conformément à la norme Afnor NF U 44-051) ou tout autre traitement hygiénisant (chaulage ...).

4.2. Une moindre contribution à l'effet de serre

Carbone : Le méthane contenu dans le biogaz est un gaz à effet de serre, son captage permet ainsi d'éviter des scénarios antérieurs où le biogaz peut être émis à l'atmosphère : émissions au cours du stockage de lisier, émissions diffuses en centre de stockage, ... La valorisation énergétique du biogaz permet également une substitution aux énergies fossiles.

Azote : L'azote du digestat est principalement sous forme ammoniacale. Deux effets contradictoires sont à relever :

- les émissions d'ammoniac peuvent être importantes lors des épandages, sauf s'il y a incorporation immédiate au sol,
- mais cet apport d'azote se substitue à celui d'engrais minéraux, dont la fabrication est énergivore en ressources fossiles.

Il est par conséquent impératif d'utiliser des techniques d'épandage limitant au maximum les pertes d'ammoniac à l'épandage (incorporation dans le sol, utilisation de pendillard) et de tenir compte des quantités d'azote apportées par le digestat pour réduire d'autant les autres apports azotés, en particulier minéraux.

4.3. Odeurs

Une installation de méthanisation bien réfléchie et bien conçue ne présente pas de nuisances olfactives, essentiellement pour deux raisons :

- Le transport des déchets se fait dans des camions étanches spécifiques qui évitent tout contact avec l'air. De même les chargements et déchargements sur site ont lieu dans un hangar fermé et étanche, dont l'air est traité dans une unité de désodorisation par traitement biologique à très haut rendement (odeurs réduites de 90 à 99 %).
- Les émissions des principaux composés malodorants (acides gras, hydrogène sulfuré) lors du stockage et de l'épandage des déchets sont inférieures à celles observées pour les mêmes déchets non méthanisés, car la matière organique source de ces émissions est dégradée par le process de méthanisation.

4.4. Emissions de H₂S

Le biogaz produit avant épuration contient entre 0 et 0,5 % de H₂S (sulfure d'hydrogène). Les risques se situent au niveau de la préfosse de stockage des substrats (émission de H₂S en cas de mélange non contrôlé de certaines matières), du local technique et des canalisations. Cependant, le H₂S étant corrosif pour les moteurs, le biogaz doit faire l'objet d'une épuration qui permet de réduire la teneur en H₂S de 90 à 99 %. La réglementation prévoit aussi des valeurs limites pour le H₂S dans le biogaz en sortie d'installation, et des dispositifs de mesure de la quantité de polluants dans le gaz sont également installés.

4.5. Impacts sanitaires

La méthanisation mésophile permet de réduire significativement et de manière plus importante qu'un simple stockage, la quantité de germes indicateurs les plus sensibles (*E. Coli*) mais n'affecte pas les germes les plus résistants (*C. Perfringens*).

L'utilisation de la méthanisation thermophile augmente l'abattement des pathogènes mais ne semble pas garantir une absence totale de pathogènes dans le digestat. Ainsi, bien qu'elle améliore sensiblement la qualité sanitaire des déchets, la méthanisation en tant que telle ne constitue en aucun cas une technique d'hygiénisation des déchets. Par contre, lorsque cela est nécessaire, il s'avère intéressant d'utiliser une partie de l'énergie thermique produite par la méthanisation pour l'hygiénisation de certains déchets avant la méthanisation ou du digestat après méthanisation.

4.6. Bruit

Les sources potentielles de bruit liées à une installation de méthanisation sont le transport des déchets / substrats et le fonctionnement des moteurs de cogénération (en cas de valorisation par cogénération). Le procédé de méthanisation en lui-même est silencieux.

En ce qui concerne le bruit lié au transport, les véhicules, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation doivent être conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores, et doivent être utilisés pendant les horaires de travail habituels (8h – 18h en semaine). L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (sirènes, haut-parleurs, avertisseurs) est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves.

En ce qui concerne les bruits liés aux moteurs de cogénération, une étude acoustique permet de prendre les mesures nécessaires (par exemple revêtement absorbant sur les murs et le plafond pour respecter les normes imposées par la réglementation). Selon la réglementation ICPE à laquelle sont soumises les installations de méthanisation, *« le niveau de bruit en limite de propriété de l'installation ne dépasse pas, lorsqu'elle est en fonctionnement, 70 dB pour la période de jour et 60 dB pour la période de nuit... »*.

4.7. La valeur agronomique des digestats

L'apport de biodéchets et de déchets verts et horticoles a tendance à faire baisser les teneurs en éléments fertilisants (N, P, K) des digestats à base de déjections animales, tandis que la cométhanisation de sous-produits animaux et de lisier porcin entraîne, au contraire, une augmentation des concentrations de ces éléments fertilisants. Les teneurs les plus élevées en azote total et ammoniacal, ainsi qu'en phosphore total, ont été mesurées dans les digestats de boues issues du traitement des eaux usées urbaines et dans les digestats issus de la cométhanisation des déjections animales (et particulièrement les lisiers de porc) et de des sous-produits animaux.

Les post-traitements ont pour incidence de concentrer ou répartir les éléments fertilisants ou les polluants. La séparation de phase notamment, permet de produire des digestats aux caractéristiques très différentes : les digestats non séparés (digestats bruts) et surtout les digestats liquides peuvent constituer un engrais azoté « quasi minéral ». La proportion d'utilisation effective de cet azote par les plantes est facilitée à condition que ces digestats soient effectivement gérés comme tel par l'agriculteur et se substituent en partie aux engrais azotés minéraux, et que notamment toutes les précautions soient prises pour éviter les pertes d'azote ammoniacal au moment de l'épandage. Le digestat solide a, quant à lui, les caractéristiques d'un amendement organique et contient donc la fraction organique résiduelle. Cette phase solide contient généralement la majorité du phosphore.

En ce qui concerne l'innocuité des digestats, ceux d'origine urbaine ont souvent des teneurs en composés indésirables (éléments traces minéraux, composés traces organiques) plus importantes que les digestats d'origine agricole. Ces derniers (à l'exception parfois du lisier de porc pouvant être riche en cuivre et en zinc) ont des teneurs faibles en éléments traces minéraux et en polluants organiques au regard de la réglementation française, même si ces éléments peuvent être concentrés par le processus de méthanisation.

Pour aller plus loin :

[Qualité agronomique et sanitaire des digestats](#)

5. Quels sont les coûts

5.1. Les grosses unités

La disparité des situations et des déchets traités ne permet pas de donner des indications précises et fiables des coûts d'investissement. Quelques fourchettes peuvent cependant être données :

- pour les unités de traitement de déchets ménagers, l'investissement est compris entre 500 et 1 200 €/tonne selon la capacité de l'unité.
- pour les effluents industriels, la forte hétérogénéité des produits traités et des technologies mises en œuvre se traduit par une dispersion importante des ratios d'investissement, que l'on peut estimer compris entre 1 000 et 5 000 €/ tonne de DCO entrante.
- pour les boues d'épuration, les données économiques recueillies sont peu nombreuses et disparates selon la capacité des unités exprimées en équivalents-habitants (EH) :
- pour les capacités inférieures à 10 000 EH : 2 000 à 3 000 €/ tonne de MS
- pour les capacités supérieures à 100 000 EH : 500 à 1 000 €/ tonne de MS

Les coûts d'exploitation sont variables selon les dimensionnements et le type de déchets traités.

5.2. Les installations en milieu agricole

Dans les conditions actuelles, la vente d'électricité seule n'est pas suffisante pour rentabiliser un projet : il faut compter sur la valorisation de la chaleur et/ou le traitement de déchets extérieurs. Par un effet d'échelle, l'investissement diminue quand la puissance électrique installée augmente. Le génie civil est un poste important, il représente près de la moitié de l'investissement.

Les fourchettes d'investissements sont les suivantes, selon la taille de l'installation (source : le guide de la méthanisation à la ferme, 2011) :

Puissance électrique	Installation de 35 kWe	Installation de 170 kWe	Installation de 500 kWe
Exemple de tonnage entrant	2200 t dont 68 % d'effluents d'élevage	5500 t dont 86 % d'effluents d'élevage	19 000 t dont 79 % d'effluents d'élevage
Investissement total	0,3 à 0,5 M€ Soit de 10 à 15 000 €/kWe	1,3 à 1,5 M€ Soit 8600 €/kWe	2,5 à 3,2 M€ Soit 5600 €/kWe

5.3. Prix de vente de l'électricité

Le tarif défini par l'arrêté du 19 mai 2011 est constitué d'un tarif de base fonction de la puissance électrique [111,9 (*plus de 2000 kW de puissance électrique installée*) à 133,7 €/MWhe (*moins de 150 kWe de puissance électrique installée*)]. Il peut être bonifié par deux primes :

- La prime à l'efficacité énergétique est conditionnée à une valorisation de plus de 35 % de l'énergie primaire produite hors process. L'énergie de process correspond à la consommation électrique des auxiliaires de la cogénératrice, le chauffage des digesteurs, l'hygiénisation...
- La prime "effluents élevage" est conditionnée à la teneur en effluents d'élevage de la ration et à la puissance électrique installée.

Cumulables, les primes "efficacité énergétique" et "effluents d'élevage" majorent très significativement le tarif de base, notamment pour les petites puissances, le maximum pouvant atteindre 199,7 €/MWhe en comptabilisant toutes les primes.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Dispositif-de-soutien-a-la-filiere>

5.4. Prix de vente du biométhane

Les producteurs peuvent vendre le biométhane entre 64 et 125 euros par mégawatt-heure (MWh) pour la méthanisation et 45 et 95 euros par MWh pour les ISDND (installations de stockage de déchets non dangereux) en fonction de la capacité maximale de production et du type de déchets valorisés. Les primes aux déchets favorisent la valorisation des déchets issus de l'agriculture (y compris les cultures intermédiaires à vocation énergétiques) et des industries agroalimentaires.

5.5. Les aides à l'investissement

Des subventions à l'investissement peuvent provenir de l'ADEME, des collectivités territoriales (Région, Département), et de l'Europe. Elles sont conditionnées à la qualité du projet.

Pour aller plus loin :

[*Expertise de la rentabilité des projets de méthanisation rurale*](#) - Synthèse

6. Des exemples

Les exemples ci-dessous illustrent les différents domaines d'application de la méthanisation.

6.1. Exemple de méthanisation à la ferme



L'installation de méthanisation à la ferme du **GAEC Oudet** (Clavy Warby - Ardennes) traite 4 à 5 m³/jour de lisier de bovins laitiers (étable de 65 vaches laitières sur caillebotis) en codigestion avec des déchets de silos de stockage de céréales (1 700 tonnes entrantes par an dont 1 170 de lisier).

Les 350 m³ de biogaz produits par jour (125 000 m³/an) alimentent un cogénérateur de 30 kW. La quantité d'électricité disponible (250 000 kWh/an) est supérieure à la consommation du GAEC et le surplus est revendu à EDF. La chaleur récupérée par le système de refroidissement du générateur (500 000

kWh/an) sert à maintenir le digesteur à sa température de fonctionnement mais aussi à chauffer les habitations des associés. L'investissement se monte à 180 600 €. Les associés du GAEC ont effectué, en plus de la maîtrise d'œuvre, une partie non négligeable des travaux et aménagements. La construction des fosses de stockage des lisiers a été réalisée dans le cadre de la mise aux normes des bâtiments d'élevage. Le surcoût pour permettre la production de biogaz sera rentabilisé par la vente d'électricité et les économies de chauffage.

6.2. Exemple de méthanisation dans l'industrie agro-alimentaire

La distillerie Bologne SA, en Guadeloupe, a fait appel à l'ensemblier IRIS ingénierie pour répondre à ses besoins de modernisation et de traitement des déchets. Notamment, pour traiter les vinasses, un méthaniseur en phase liquide de 2000 m³ a été installé. Le biogaz est valorisé pour produire un courant électrique grâce à un moteur de 190 kW.

C'est ainsi presque 800 kW qui sont générés par la distillerie. Sur cette production, la distillerie en consomme environ 200 kW ; les 75 % restants sont réinjectés dans le réseau électrique. Les 1850 MWh produits durant les 6 mois de la campagne de distillation sont rachetés par EDF, et permettent d'éviter l'équivalent de 1500 tonnes de CO₂ en subvenant aux besoins électriques d'environ 80 foyers.

6.3. Exemple de méthanisation d'effluents agro-industriels

Spécialisée dans l'abattage et la transformation de la viande de porc (1,41 million de porcs par an soit 7 % de la production nationale et 1/3 de la production du Finistère), la société bretonne Louis GAD a investi 2,3 M€ dans une unité de traitement des boues par méthanisation.

Le procédé a les avantages suivants :

- Le biogaz produit lors de la méthanisation contient environ 70 % de méthane. Il est brûlé sur le site pour produire de l'énergie. C'est ainsi une source d'énergie renouvelable.
- La quantité d'azote à épandre est divisée par deux. L'autre moitié de la quantité d'azote présente initialement est transformée lors de la méthanisation sous une forme ammoniacale dont le traitement est facilité dans la station d'épuration de l'usine.
- Le procédé permet aussi de diminuer de moitié la quantité de boues à épandre. Les boues sont par ailleurs moins odorantes ce qui facilite leur acceptabilité en épandage par la population.

Autres exemples :

[Unité de méthanisation collective GEOTEXIA Saint-Gilles-du-Mené \(22\)](#)

[Unité de méthanisation à la ferme du GAEC des Châtelets \(74\)](#)

www.iea-biogaz.net

[Vidéo - La Méthanisation agricole - Le Gaec du Bois Joly](#)

<http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

7. Questions réponses

7.1. Sur la technique

Brûle-t-on couramment du biogaz dans l'industrie ?

A chaque fois qu'un site de production de biogaz se trouve à proximité d'une industrie potentiellement utilisatrice, la voie de la combustion s'impose par sa simplicité, la modicité et le temps de retour rapide de l'investissement. Le biogaz sert avantageusement à la production d'eau chaude, de vapeur à moyenne ou haute pression ou bien alimente des fours de procédé (traitement thermique, cimenteries, briqueteries, séchage de luzerne...). La présence dans le biogaz de produits indésirables (hydrogène sulfuré, organo-halogénés ou traces de métaux lourds) en interdisent l'utilisation en chauffage ou séchage direct dans certains secteurs comme l'agroalimentaire.

Il existe aujourd'hui des expériences suffisamment nombreuses pour orienter un avant-projet : jusqu'où épurer le biogaz, comment le transporter, quelles modifications apporter aux installations de combustion existantes, quel investissement, quelle rentabilité, etc.

Le biogaz est-il efficace pour produire de l'électricité ?

Quand les besoins thermiques locaux sont faibles, mieux vaut transformer sur place le biogaz en électricité, nettement plus facile à transporter. Deux possibilités : consommer localement cette électricité, ou la vendre à EDF (une possibilité n'excluant pas l'autre). Dans certains cas, le procédé permettra de récupérer la chaleur des groupes électrogènes (cogénération), ce qui améliorera sensiblement le bilan de l'opération.

Le biogaz est-il prometteur en tant que carburant ?

Encore réputé en voie de développement, ce mode de valorisation commence à faire ses preuves en Europe. Le biogaz est pour l'instant principalement réservé à l'alimentation de véhicules des flottes captives des collectivités : camions de collecte des ordures ménagères et transports en commun. L'intérêt environnemental est démontré : très peu de rejets polluants pour ces moteurs à gaz destinés à tourner en centres urbains. L'intérêt économique devrait, à terme, se préciser grâce aux économies d'échelle et à la réduction des coûts indirects de la pollution.

Y-a-t-il des risques d'explosion ?

Il existe en France une réglementation très contraignante sur la sécurité des installations, le classement en zones ATEX (Atmosphères Explosives), les consignes de sécurité, les normes de construction, etc.

La réglementation stipule également que « *les digesteurs sont implantés à plus de 50 m des habitations occupées par des tiers...* », ce qui est étudié pour minimiser l'impact sur les habitations environnantes même dans le cas d'un accident. Un site de méthanisation n'est pas plus dangereux qu'une station-service qui contient aussi des éléments explosifs et inflammables. Les usines de méthanisation ne sont pas classées SEVESO.

7.2. Sur la méthanisation à la ferme

La méthanisation à la ferme est-elle rentable ?

La rentabilité dépend à la fois du tarif d'achat de l'électricité, de la quantité de chaleur valorisée, de la rémunération des déchets exogènes à l'exploitation. Depuis la hausse des tarifs d'achat en 2011, l'opération peut être bénéficiaire à condition de bien valoriser la chaleur disponible. Pour les bons projets, les temps de retour se situent entre 6 et 8 ans. Toutefois, il faut aussi considérer que la méthanisation peut permettre la mise aux normes de l'élevage, tout en produisant une énergie renouvelable et utilisable sur place en substitution aux énergies traditionnelles.

Quels sont les intérêts de la méthanisation pour les agriculteurs ?

- Création d'activité, revenus complémentaires stables (vente d'électricité).
- Couverture des besoins de chaleur dans un contexte d'augmentation du coût de l'énergie.
- Amélioration des engrais de ferme (meilleure assimilation par les plantes, réduction des odeurs, réduction de la dépendance aux engrais minéraux).
- Valorisation des équipements de stockage des effluents (fosse à lisiers).
- Diversification des débouchés pour les cultures dérobées et résidus de cultures qui peuvent être méthanisés.
- Renforcement du lien agriculture/territoire suite à la création de services pour la collectivité.

7.3. Sur les coûts

Pour qui valoriser le biogaz ?

Le préalable est évidemment de faire un inventaire des ressources et des besoins. Quel utilisateur le biogaz va-t-il intéresser ? Quelle en sera l'application ? En quelle quantité ? Dans l'état actuel de la technique, les utilisateurs auront intérêt à se trouver près du site de production de biogaz (pas ou peu de transport) et à récupérer l'énergie du biogaz par combustion directe (investissement raisonnable au niveau de la modification des brûleurs) ou production d'électricité. Concrètement, l'utilisateur sera souvent le producteur de biogaz lui-même qui s'en servira pour chauffer les fermenteurs, chauffer des locaux ou produire de l'électricité pour lui-même ou pour la revendre à EDF. Autre cas intéressant : une activité du tertiaire ou un industriel voisin utilisant des chaudières ou des fours, ou ayant des besoins en électricité.

7.4. Sur le devenir des digestats

Un compostage du digestat est-il indispensable ?

Non, dans la mesure où la valorisation agricole du digestat reste possible dans le cadre d'un plan d'épandage. Toutefois, le digestat, même après pressage, reste très humide et son stockage est délicat, car il peut induire des dégagements gazeux malodorants. Un compostage pallie ces difficultés car il assèche le produit et lui donne une structure aérée. De plus, si la norme NF U 44-051 est respectée, elle garantit une qualité plus élevée du compost et permet un épandage sans les contraintes administratives d'un plan d'épandage.

8. Perspectives

8.1. Une filière en expansion

Le nombre de projet de méthanisation en cours ne cesse d'augmenter. Il s'agit principalement d'unités à la ferme ou centralisées. La mise en place progressive de la réglementation concernant les gros producteurs de déchets organiques (sur la période 2012-2016) devrait également encourager de nouvelles initiatives, les biodéchets se prêtant bien à la méthanisation.

8.2. La méthanisation dans les visions énergétiques 2030-2050

En faisant l'hypothèse d'installation de 600 méthaniseurs par an d'ici à 2030 (soit presque deux fois moins qu'en Allemagne), le gisement accessible est de 6 Mtep primaire en 2030, avec environ 50 % pour usage final dans le réseau de gaz, 30 % pour la cogénération et 20 % pour usage direct de chaleur. Entre 2030 et 2050, en faisant l'hypothèse d'installation de 550 méthaniseurs par an, le gisement accessible peut être porté à 9 Mtep en 2050 en énergie primaire. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de renforcer la mobilisation du gisement, en mobilisant les politiques publiques. Le passage 2030-2050 nécessitera une forte augmentation du taux de gisement mobilisable pour les effluents d'élevage (passage de 40 à 60 %) et les résidus de récoltes (passage de 20 à 60 %). Concernant la valorisation du biogaz, la priorité est à donner (1) à l'injection de biogaz, (2) à la cogénération.

Pour aller plus loin :

[Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050 - Synthèse](#)

8.3. Une évolution réglementaire ?

Si l'encadrement réglementaire des installations de méthanisation est dorénavant bien établi, des évolutions pourraient voir le jour concernant celui de la valorisation agronomique des digestats. Ces derniers sont en effet considérés pour le moment comme des déchets : leur valorisation agricole directe passe donc par le plan d'épandage (sauf lorsque le digestat est composté et qu'il répond à la norme Afnor NF U 44-051). Des démarches pour homologuer des digestats sont en cours, elles pourraient, lorsqu'elles auront abouti, conduire éventuellement à la création d'une norme spécifique.

8.4. Un besoin de références

Sur les performances technico-économiques des installations

Etant donné le faible nombre d'installations en fonctionnement actuellement, il est nécessaire de recueillir des références sur les performances technico-économiques afin de pouvoir plus efficacement encourager et accompagner la mise en place de nouvelles unités. Un bilan économique de la filière devrait être réalisé régulièrement.

Pour aller plus loin :

Réussir un projet de méthanisation territoriale multipartenariale de Coop de France :



Sur la valeur agronomique des digestats

De même il est pour le moment encore difficile de conseiller efficacement sur la valeur agronomique des digestats, notamment en raison de la multiplicité des déchets traités par méthanisation.

8.5. Nouvelles perspectives de valorisation du biogaz

La trigénération

Il s'agit de coupler à une cogénération une machine frigorifique à absorption pour produire du froid (eau glacée) à partir de la chaleur cogénérée. Il y a donc 2 machines en cascade : un cogénérateur et une machine à absorption. Les rendements ne sont pas encore très performants et les coûts d'investissement et de fonctionnement élevés. Néanmoins, plusieurs constructeurs s'intéressent à cette technologie ce qui devrait entraîner un élargissement de la gamme et une compression des prix à l'investissement.

La production d'électricité de pointe

Certaines régions de France, comme la Bretagne ou la Provence Alpes Côte d'Azur, considérées comme « péninsules électriques », sont concernées par des difficultés d'approvisionnement électriques. Le point critique se situe aux heures de pointe qui correspondent aux appels de puissance les plus élevés.

Afin de mieux gérer ces périodes de pointe, il faut disposer de moyens de production mobilisables à la demande, par exemple la cogénération avec du biogaz. Cette application est pratiquée au Pays-Bas et expérimentée en Allemagne.

La production de méthane carburant

La production de biométhane carburant après épuration est encore au stade expérimental en France. Les techniques et les véhicules existent mais les cadres juridique et fiscal limitent pour le moment son usage à des flottes captives.

Biogaz carburant : <http://www.biomethane.fr/biocarburant.html>

8.6. Recherche et développement

Quelques exemples de travaux en cours :

1. Développement de nouvelles filières de digestion anaérobie des boues urbaines et industrielles [ONDEO Degrémont].
2. Etude et optimisation d'une unité de méthanisation des déchets ménagers [Centre de recherche de Véolia Environnement].
3. Augmentation du taux de conversion des boues de station d'épuration urbaines en biogaz, par la mise en œuvre d'un prétraitement de thermolyse [INRA Narbonne].
4. Essai de méthanisation des déchets gras d'industries agro-alimentaires [ARITT Franche Comté].
5. Etude du couplage de la méthanisation et du traitement biologique de l'azote (nitrification-dénitrification) pour la dépollution d'effluents agro-industriels, à l'aide de la technologie de lit turbulent inverse [INRA Narbonne].
6. Optimisation du traitement d'un effluent d'IAA par méthanisation, par conversion de la DCO dure en DCO biodégradable à l'aide d'une ozonation catalytique [INRA Narbonne – partenariat industriel].
7. Faisabilité d'un réacteur anaérobie rustique pour le traitement de petites sources de pollution [INRA Narbonne].
8. Développement du programme de recherche et de développement « METHAVALORG » (étude des conditions de méthanisation et de valorisation agronomique de divers déchets organiques) [APESA].

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr