

# La biométhanisation

## à la ferme



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

### Avertissements

Au moment de sa rédaction, l'information contenue dans ce document était jugée représentative des connaissances sur les bioénergies et son utilisation demeure sous l'entière responsabilité du lecteur. Certains renseignements pouvant avoir évolué de manière significative depuis la rédaction de cet ouvrage, le lecteur est invité à en vérifier l'exactitude avant de les mettre en application.

Cette série de fiches concrétise le projet *Développement d'outils spécifiques aux énergies pour les conseillers agricoles du Québec* réalisé dans le cadre du programme *Initiative d'appui aux conseillers agricoles*, selon les termes de l'entente Canada-Québec sur le Renouveau du Cadre stratégique agricole.



Canada



### Pour information :

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec  
2875, boulevard Laurier, 9<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1V 2M2  
Téléphone : 418 523-5411  
Télécopieur : 418 644-5944  
Courriel : [client@craaq.qc.ca](mailto:client@craaq.qc.ca)  
Site Internet : [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca)

Publication n° EVC 033

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2008

### *Rédaction*

Catherine Brodeur, M.Sc., chargée de projets, Groupe AGÉCO, Québec

David Crowley, ingénieur junior, chargé de projets, Agrinova, Alma

Xavier Desmeules, agronome, chargé de projets, Agrinova, Alma

Sylvain Pigeon, M.Sc., ingénieur, chargé de projets, BPR Infrastructure inc., Québec

Rosalie-Maude St-Arnaud, B.Sc., analyste, Groupe AGÉCO, Québec

### *Révision*

Gérard Goyette, M.Sc., conseiller en biotechnologie, MAPAQ, Direction de l'innovation scientifique et technologique, Québec

Daniel-Yves Martin, ingénieur, chercheur, IRDA, Québec

Denis Naud, ingénieur, MAPAQ, Direction de l'environnement et du développement durable, Québec

Richard Wieland, agronome, directeur recherche et développement des affaires, Agrinova, Alma

### *Coordination*

Joanne Lagacé, chargée de projets, CRAAQ, Québec

Lyne Lauzon, biologiste, coordonnatrice aux publications, CRAAQ, Québec

### *Édition*

Chantale Ferland, M.Sc., chargée de projets aux publications, CRAAQ, Québec

### *Mise en page*

Jocelyne Drolet, agente de secrétariat, CRAAQ, Québec

### *Conception graphique*

Chantal Gauthier, agente de secrétariat, CRAAQ, Québec

### *Photos de la page couverture*

Bio-Terre Systems inc.

Richard Laroche, MAPAQ

## TABLE DES MATIÈRES

Introduction .....	1
La biométhanisation.....	1
<i>Le procédé</i> .....	2
<i>Un exemple de procédé</i> .....	3
<i>Les coproduits générés</i> .....	4
<i>Le rendement en biogaz</i> .....	4
L'utilisation du biogaz .....	5
<i>La valorisation thermique</i> .....	5
<i>La production d'électricité</i> .....	6
<i>L'utilisation comme carburant pour les véhicules ou dans un réseau de gaz naturel</i> .....	7
La biométhanisation ailleurs dans le monde.....	7
La biométhanisation au Canada et au Québec.....	8
<i>Les incitatifs gouvernementaux canadiens et québécois</i> .....	8
<i>La rentabilité de la méthanisation au Québec</i> .....	10
Les avantages et les inconvénients d'un projet de biométhanisation à la ferme .....	10
La biométhanisation : une réponse potentielle à un enjeu d'importance? .....	11
Références .....	12

## Introduction

La production d'énergie par la fermentation microbienne anaérobie (c'est-à-dire en absence d'oxygène) de résidus riches en matière organique est un procédé connu et utilisé depuis de très nombreuses années, notamment en Asie. Alors que les ménages asiatiques utilisent ce procédé pour produire le gaz dont ils ont besoin pour cuire leurs aliments, en Occident, l'intérêt pour ce procédé est beaucoup plus récent et est motivé par les nouveaux enjeux environnementaux et énergétiques. Au Québec, cet intérêt est né au cours des années 1990 alors que les problèmes de gestion des surplus d'effluents d'élevage et de cohabitation en milieu rural devenaient de plus en plus importants, particulièrement dans le secteur porcin. Le procédé de biométhanisation du lisier de porcs est apparu comme une solution particulièrement prometteuse parce qu'il permettait à la fois de réduire la charge organique du lisier, d'en atténuer les odeurs lors de l'entreposage et de l'épandage, de détruire une grande partie des agents pathogènes, d'améliorer la biodisponibilité des éléments fertilisants du lisier et de faciliter l'exportation des surplus. Par ailleurs, le traitement du lisier par méthanisation allait permettre de produire un gaz, le méthane, qui pourrait être valorisé à la ferme, permettant ainsi de réduire le coût net du traitement. Ainsi, au Québec, l'intérêt pour la biométhanisation à la ferme est né et continue d'être alimenté principalement par la problématique de gestion des surplus de lisiers en production porcine. Cette fiche vise à présenter un ensemble d'informations sur le procédé de biométhanisation à la ferme, l'utilisation du biogaz, les perspectives de développement de la filière et les enjeux auxquels elle est confrontée. L'information présentée est destinée à des conseillers agricoles qui doivent accompagner des producteurs dans des décisions touchant la production d'énergie à la ferme.

## La biométhanisation

La biométhanisation consiste en une « dégradation naturelle de la matière organique contenue dans les fumiers ou autres résidus organiques par des microorganismes vivants sans oxygène »<sup>1</sup>. Cette réaction produit du « biogaz » à partir du carbone contenu dans la matière organique. Ce biogaz est composé de méthane (50-75 %), de dioxyde de carbone (25 à 45 %) ainsi que de quelques autres éléments (moins de 2 %) tels que l'hydrogène sulfureux (H<sub>2</sub>S), l'hydrogène (H<sub>2</sub>), l'eau (H<sub>2</sub>O), l'oxygène (O<sub>2</sub>), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et l'azote (N<sub>2</sub>)<sup>2</sup>. Ce gaz peut par la suite être valorisé pour créer de la chaleur ou de l'électricité. Les effluents d'élevage peuvent servir d'intrants à la production de biogaz par le procédé de méthanisation puisqu'ils sont d'importants émetteurs de méthane (lisiers) et de protoxyde d'azote (fumiers solides), deux gaz à effet de serre (GES). Il demeure toutefois possible de produire du biogaz à l'aide d'autres matières organiques riches en lipides ou en sucres telles que les cultures énergétiques (maïs ensilage), les déchets domestiques et les gras (résidus d'usines agroalimentaires ou d'abattoirs).

<sup>1</sup> Beaugerard, S. *La méthanisation du lisier de porcs dans une optique de développement durable*. COGENOR.

<sup>2</sup> Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe a. V. (FNR). 2005. *Données de base pour les méthaniseurs à la ferme en Allemagne*. Traduit en 2007 par le Club Biogaz de l'Association technique énergie et environnement.

[www.biogaz.atee.fr/news/get\\_file.php3/id/106/file/Donn%E9es\\_base\\_biogazv3.pdf](http://www.biogaz.atee.fr/news/get_file.php3/id/106/file/Donn%E9es_base_biogazv3.pdf) .

## Le procédé

Comme il s'agit d'un procédé de fermentation en absence d'oxygène, il doit être réalisé à l'intérieur d'un réacteur, appelé biodigesteur, qui contient les différents microorganismes nécessaires au déroulement de la réaction biochimique. Généralement, quatre phases impliquant des microorganismes spécifiques sont requises pour réaliser une méthanisation :

### Phase 1 – Hydrolyse

Cette première phase consiste à dégrader les molécules organiques complexes telles que glucides, lipides et protéines à l'aide d'enzymes en molécules simples : sucres, acides aminés et acides gras. L'hydrolyse de la cellulose et des lipides est parfois lente et peut limiter le taux global de dégradation par le procédé de méthanisation.

### Phase 2 – Fermentation (acidogénèse)

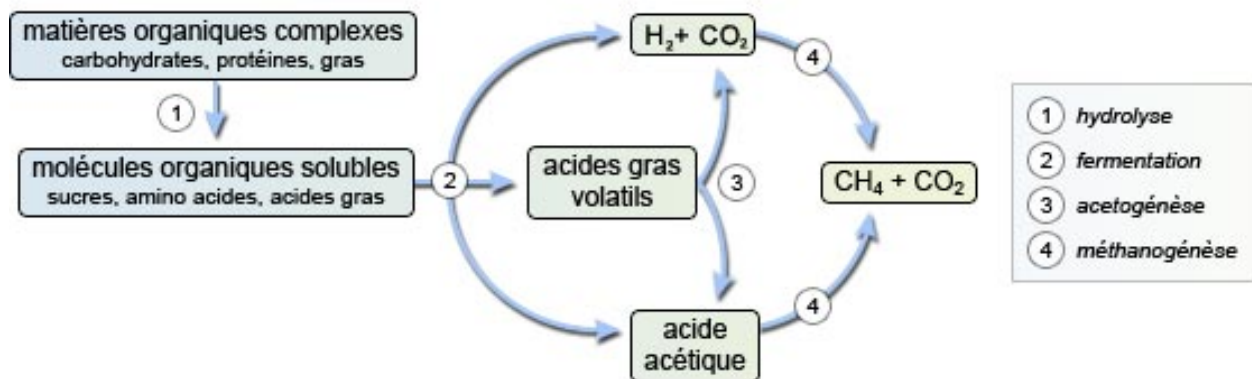
La fermentation de ces molécules simples génère des alcools et des acides organiques, ainsi que de l'hydrogène et du dioxyde de carbone.

### Phase 3 – Acétogénèse

L'étape d'acétogénèse permet la transformation des divers composés issus de la phase précédente en précurseurs directs du méthane : l'acétate d'une part, et le dioxyde de carbone ainsi que l'hydrogène, d'autre part. Cette phase permet une croissance rapide des bactéries spécifiques et n'est pas limitative pour le taux de dégradation.

### Phase 4 – Méthanogénèse

La méthanogénèse conduit à la formation de méthane par deux voies distinctes : la voie de l'hydrogène combiné et du dioxyde de carbone ainsi que celle de l'acétate. Cette phase est anaérobie stricte et requiert une faible agitation de l'effluent. Les bactéries qui procèdent à cette phase ont une croissance plus lente que les bactéries acidogènes et sont sensibles à la température de fonctionnement et au pH.



Source : Bio-Terre Systems inc.

Figure 1. Schéma simplifié du procédé de méthanisation

La biométhanisation peut se dérouler à différentes plages de températures de fonctionnement, exigeant pour chacune un ensemble de microorganismes spécifiques. Elle peut être réalisée à une température se situant entre 15 et 25 °C (procédé psychrophile, à basse température), entre 30 à 35 °C (procédé mésophile, à température moyenne) ou entre 50 à 55 °C (procédé thermophile, à température élevée). Plus la température de fonctionnement est élevée, plus il faut utiliser une plus grande partie du biogaz produit afin de maintenir la température de réaction, laissant moins d'énergie disponible pour la valorisation. Toutefois, le temps de résidence dans le réacteur est inversement proportionnel à la température de fonctionnement. Dans les pays à climat froid, il est préférable d'utiliser des systèmes à basse ou moyenne température.

Les systèmes de biométhanisation peuvent être conçus pour opérer en continu (ex. : le système *plug and flow*) ou en discontinu (en *batch* ou séquentiel), ces derniers étant les plus courants. Les réacteurs peuvent être horizontaux (fosses) ou verticaux (silos). L'effluent traité (le digestat) peut être entreposé dans la fosse à lisier existante si cela est possible, tandis que le biogaz est entreposé temporairement dans le réacteur secondaire. Certains systèmes de biométhanisation en discontinu requièrent que la préfosse et le réacteur primaire soient de même dimension. En fait, la préfosse doit avoir une capacité égale au volume d'effluents d'élevage produit pendant la durée du cycle de traitement, soit de 15 à plus de 40 jours<sup>3</sup> selon le système et le mélange de coproduits utilisés (lisiers, fumiers, rejets de balle ronde, lactosérum, huiles recyclées, etc.).

Selon le mode de valorisation retenu pour le biogaz et l'effluent, différents traitements visant à purifier le biogaz, à séparer et/ou à traiter la fraction liquide et la fraction solide peuvent être requis. Ces chaînes de traitement qui suivent la biométhanisation peuvent être très complexes lorsque des étapes de récupération de l'azote ammoniacal et d'épuration visant le rejet des effluents au milieu naturel sont souhaitées. Toutefois, dans un contexte de production énergétique à la ferme et en considérant la capacité de la ferme à gérer les éléments fertilisants qu'elle produit, les étapes de traitement sont peu nombreuses.

### ***Un exemple de procédé***

Pour mieux illustrer le processus du début à la fin, les étapes de traitement se rapportant au procédé développé au Québec par Bio-Terre Systems sont présentées ici. En général, ces étapes seront similaires pour tout système de biométhanisation en discontinu.

Dans sa forme actuelle, le procédé de Bio-Terre Systems opère à une température de 15 à 25 °C (psychrophile) grâce à l'utilisation de bactéries spécifiques. Le procédé vise principalement la stabilisation du lisier, la réduction de sa charge organique, l'augmentation de la biodisponibilité de ses éléments fertilisants ainsi que sa désodorisation. Il requiert un minimum de deux digesteurs et traite le lisier brut, sans prétraitement de décantation, séparation ou autre. Le cycle de traitement dure 14 jours et comprend, pour chacun des digesteurs en alternance, les étapes suivantes :

---

<sup>3</sup> Preusser, S. 2006. *Biogas plant data sheets*. 6 juin.

[www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/bdv11206/\\$file/biogasplantdatasheets0606.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/bdv11206/$file/biogasplantdatasheets0606.pdf?OpenElement) .

1. Chargement complet du bioréacteur à partir de la préfosse en début de cycle;
2. Digestion du lisier durant presque toute la durée du cycle, sans chargement supplémentaire;
3. Décantation du lisier digéré, sans ajout de flocculant. Cette décantation s'effectue naturellement lorsque la dégradation du lisier est suffisamment avancée;
4. Vidange partielle et entreposage dans une structure d'entreposage du surnageant (liquide) après décantation. Le lisier traité décanté (la boue) est conservé pour démarrer les réactions pour le cycle suivant;
5. Vidange périodique des boues accumulées au fond des réacteurs (1 ou 2 fois par année). Les boues peuvent être soit vidangées dans la fosse d'entreposage, soit déshydratées sur place ou encore exportées, selon la situation de l'entreprise en regard de la gestion de ses fertilisants;
6. Récupération et désulfuration du biogaz produit au cours de toute la durée du cycle. Étant gazeux, son entreposage à long terme est difficilement envisageable à la ferme. Aussi, sa consommation doit se faire presque simultanément à sa production si le contenu énergétique n'est pas injecté dans un réseau de gaz naturel ou d'électricité.

### ***Les coproduits générés***

Une fois la méthanisation complétée, dans son application la plus simple, deux coproduits sont obtenus : le biogaz et un effluent traité. L'effluent traité contient essentiellement la même quantité de fertilisants (azote, phosphore, potassium, etc.) que le lisier brut et présente un volume presque équivalent. La forme minérale de l'azote et du phosphore a toutefois été favorisée par la digestion, ce qui rend ces éléments plus facilement assimilables par les plantes lors de leur épandage. Par contre, le taux de matière organique du lisier est grandement diminué. La réduction attendue de la charge organique par la biométhanisation est de 80 % et plus, basée sur la demande chimique en oxygène (DCO). Le traitement réduit également de façon significative le nombre d'agents pathogènes et les odeurs du lisier. Lorsque la ferme ne peut valoriser sur ses terres la totalité des fertilisants produits, il est possible de vidanger les boues décantées naturellement dans le digesteur et d'y extraire à peu de frais jusqu'à 50 % du phosphore et environ 10 % de l'azote pour un volume représentant environ de 3 à 10 % du volume de lisier brut. Si elles sont déshydratées, le volume de boues ainsi extraites représente environ 2 à 3 % du volume de lisier brut.

### ***Le rendement en biogaz***

Contrairement aux procédés de digestion aérobie, c'est-à-dire en présence d'oxygène, tels que le compostage et la boue activée, la biométhanisation génère peu de chaleur puisque 90 % de l'énergie contenue dans le lisier brut est transformée en méthane et que 10 % sert à la synthèse de nouvelles cellules. À titre comparatif, dans les procédés de digestion aérobie, 60 % de l'énergie du lisier sert à la synthèse de nouvelles cellules et 40 % à la production de chaleur, aucun méthane n'étant produit.

La quantité de biogaz produite à l'issue du procédé de biométhanisation est fonction des caractéristiques de l'effluent traité, en particulier de son contenu en matière organique biodégradable. Cependant, la biométhanisation est un processus complexe qui est sensible



## La biométhanisation à la ferme

au ratio de carbone sur l'azote (C/N), au pH, à la température et à la siccité de la matière première ou du mélange de matières premières. Le procédé présente donc davantage un enjeu du point de vue de la biologie que de l'ingénierie.

De façon générale, le rendement en biogaz issu de la méthanisation des déjections animales se situe entre 1,3 et 2,0 m<sup>3</sup> par jour par unité animale (500 kg de poids vif) selon l'espèce animale<sup>4</sup>. Par comparaison, les cultures énergétiques et les résidus agroalimentaires ont une performance nettement supérieure à celle des effluents d'élevage (Tableau 1). Les lisiers de porcs et bovins sont relativement peu performants pour la production de biogaz en raison de leur faible teneur en matière sèche et leur teneur limitée en matière organique. L'ajout d'une source additionnelle de matière organique permettra d'augmenter de manière importante la production de biogaz d'un digesteur installé à la ferme.

**Tableau 1. Production de biogaz selon les intrants<sup>5</sup>**

Intrants	Matière sèche (%)	Production (m <sup>3</sup> /t de matière fraîche)
Lisier de porcs	6	16-23
Lisier de bovins	8	13-32
Fumier de volailles	24	61-112
Déchets domestiques	20	126
Foin (ensilage)	30	145
Maïs (ensilage)	30	197
Gras	25	238

Source : Fischer, 2007

### L'utilisation du biogaz

Le biogaz produit à la ferme peut être valorisé directement sous forme d'énergie thermique ou indirectement par la production d'électricité.

#### *La valorisation thermique*

La valorisation thermique consiste à utiliser le biogaz comme source d'énergie thermique en remplacement, par exemple, du propane, du gaz naturel ou du mazout. C'est le mode de valorisation le plus courant, le plus efficace et le mieux maîtrisé. Ce mode de valorisation permet de récupérer le maximum d'énergie contenue dans le biogaz. Pour un procédé psychrophile (basse température), le chauffage des digesteurs ne requiert qu'environ 10 % du biogaz, laissant plus de 80 % de son contenu énergétique disponible pour une valorisation, le reste étant perdu en raison de l'efficacité des équipements. Pour des procédés mésophile et thermophile, le chauffage du digesteur consommera relativement plus d'énergie et par conséquent, en laissera moins pour d'autres usages.

<sup>4</sup> Camirand, E. 2007. *Principes du biogaz. Production de biogaz à la ferme : le Québec a-t-il ce qu'il faut?* Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.

<sup>5</sup> Fischer, T. 2007. *Expérience allemande : Politique et apprentissage technologique.* Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.

## La biométhanisation à la ferme

Pour une utilisation thermique à la ferme, la purification du biogaz se limite généralement à sa désulfuration, par exemple par son passage sur du charbon activé, qui limitera les risques de corrosion des canalisations. Dans ce cas, l'énergie thermique est utilisée pour chauffer les bâtiments, alimenter une chaudière, sécher des matériaux, réfrigérer des aliments, etc. Le biogaz peut ainsi remplacer le gaz propane ou le gaz naturel utilisés dans un grand nombre de bâtiments d'élevage. Des brûleurs adaptés à la combustion du biogaz sont toutefois requis. Un biogaz contenant 70 % de méthane a un pouvoir calorifique de l'ordre de 23,75 MJ/m<sup>3</sup> ou 6,59 kWh/m<sup>3</sup>, soit l'équivalent d'environ un litre d'essence. Un élevage de 1500 porcs à l'engraissement permettrait de fournir assez de biogaz pour remplacer l'énergie produite par 650 litres de propane par jour<sup>6</sup>. Le chauffage de serres à l'aide de biogaz permet en plus, tout comme le chauffage au propane, d'enrichir l'air de la serre en dioxyde de carbone, ce qui permet d'augmenter le rendement de plusieurs légumes de serre.



Source : Bio-Terre Systems inc.

**Figure 2. Biodigesteurs, système de contrôle et torchère**

Sous les conditions climatiques du Québec, les besoins en chauffage des bâtiments d'élevage accaparent la majorité de l'énergie disponible en hiver, mais en été, ils laissent des surplus importants. S'ils ne peuvent être transformés en électricité ou utilisés à d'autres fins thermiques à proximité de la ferme, ces surplus doivent être brûlés dans une torchère, le biogaz ne pouvant être stocké à la ferme.

### ***La production d'électricité***

La production d'électricité peut être envisagée lorsque le volume de biogaz produit est important. En effet, une telle valorisation nécessite l'achat d'une unité de cogénération fonctionnant au biogaz. Cette unité peut être composée d'une chaudière au biogaz couplée à une turbine à vapeur ou à un moteur à gaz, chacune de ces options ayant ses contraintes d'application. L'électricité produite peut être utilisée directement à la ferme pour assurer la ventilation des bâtiments, l'éclairage et le fonctionnement des différents équipements (pompes, soigneurs, etc.). Lorsque les réseaux de distribution d'électricité le permettent, il est possible d'alimenter le réseau avec les surplus d'énergie produits à la ferme. La transformation de l'énergie thermique en énergie électrique se fait toutefois au détriment du rendement énergétique global du biogaz.

<sup>6</sup> Beauregard, S. *La méthanisation du lisier de porcs dans une optique de développement durable*. COGENOR.

## La biométhanisation à la ferme

Toujours pour un procédé psychrophile (digestion à basse température), la répartition typique de l'utilisation de l'énergie contenue dans le biogaz est la suivante<sup>7</sup> :

- Maintien de la température des digesteurs : 10 %
- Énergie transformée en électricité : 25 à 35 %
- Énergie transformée en énergie thermique : 40 à 45 %
- Perte d'énergie liée à l'efficacité des équipements : 15 à 25 %

La production d'électricité varie selon le type de biomasse utilisée en fonction de sa capacité à générer du biogaz (voir aussi le tableau 1) :

- Lisier de porcs 65 kWh/t
- Fumier de volailles 140 kWh/t
- Déchets domestiques 285 kWh/t
- Ensilage de maïs 450 kWh/t
- Gras 540 kWh/t

Le lisier de porcs est l'intrant qui génère le moins d'électricité par tonne puisqu'il produit relativement peu de biogaz par unité volumique. Néanmoins, on estime qu'un élevage de 1500 porcs à l'engraissement pourrait produire assez de biogaz pour approvisionner 8 maisons en électricité<sup>8</sup>.

### ***L'utilisation comme carburant pour les véhicules ou dans un réseau de gaz naturel***

Une fois purifié, le biogaz peut être utilisé comme équivalent au gaz naturel, soit comme carburant pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel (GNV), soit en étant injecté dans un réseau de distribution de gaz naturel. Ce type d'utilisation implique un degré de pureté beaucoup plus élevé que pour les applications précédentes. En plus de la désulfurisation, le dioxyde de carbone ainsi que la vapeur d'eau doivent être retirés du biogaz. Par ailleurs, la proportion de méthane doit être équivalente à celle du gaz naturel commercialisé (96 % et plus) afin d'assurer une valeur calorifique intéressante. Les concentrations admissibles des différents composants du biogaz sont fixées par les fabricants des moteurs ou par les gestionnaires des réseaux de distribution, selon le mode de valorisation envisagé. Le coût des traitements requis pour amener le biogaz à un tel niveau de pureté est très élevé, ce qui disqualifie cette option au niveau de la ferme. Par ailleurs, en termes pratiques, l'injection du biogaz produit à la ferme dans un réseau de distribution de biogaz ne peut être envisagée.

### La biométhanisation ailleurs dans le monde

Des installations de biométhanisation à la ferme existent depuis une vingtaine d'années en Europe. Au début de 2008, plus de 5500 unités étaient en fonction dont près de 4000 en Allemagne qui est un chef de file dans le domaine grâce à l'impulsion donnée par des

<sup>7</sup> Laganière, G. 2007. *Traitement anaérobie : développement durable. Production de biogaz à la ferme : le Québec a-t-il ce qu'il faut?* Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.

<sup>8</sup> Beauregard, S. La méthanisation du lisier de porcs dans une optique de développement durable. COGENOR.

## La biométhanisation à la ferme

mesures gouvernementales très importantes. Pour favoriser le développement de cette forme d'énergie renouvelable, le gouvernement allemand a mis en place dès 1992 une tarification verte incitative pour l'achat d'électricité produite à partir de biogaz issu de la biométhanisation ainsi que différentes subventions pour favoriser les investissements. Depuis 2004, une prime supplémentaire de 4 centimes d'euro/kWh s'ajoute au tarif déjà avantageux de 10 centimes d'euro/kWh si des cultures énergétiques sont utilisées dans les biométhanisateurs. Depuis 2005, 98 % de tous les nouveaux digesteurs entrés en activité traitent les effluents d'élevage en codigestion avec des cultures énergétiques produites sur la ferme. Au total en Allemagne, 200 entreprises emploient plus de 8000 travailleurs<sup>9</sup> dans ce secteur. Fait important, le modèle développé en Allemagne est un modèle de codigestion où il y a prise en charge de résidus organiques provenant de l'extérieur de la ferme (déchets urbains, résidus agroalimentaires) en contrepartie d'une rémunération à l'exploitant (*tipping fee*). Depuis 2005 toutefois, les cultures énergétiques sont venues remplacer les résidus organiques dans le modèle de codigestion.

Aux États-Unis, plus d'une centaine de digesteurs sont en fonction actuellement, principalement pour traiter les effluents d'élevage de bovins laitiers (88) et de porcs (16). Bien que dans une moindre mesure qu'en Allemagne, plusieurs mesures incitatives ont été mises en place pour favoriser l'adoption de la technologie : subventions, rabais de taxes, prêts à faibles taux d'intérêt, etc.<sup>10</sup>

### La biométhanisation au Canada et au Québec

Au Canada, dix unités de digestion anaérobie sont en activité sur des fermes. Au Québec, deux fermes porcines possèdent des installations de digestion anaérobie conçues par Bio-Terre Systems. Une ferme porcine en Estrie, de type naisseur-finisserie, produisant 4000 porcs par an, possède la technologie depuis 2001, avec une capacité de traitement de 4000 m<sup>3</sup>/an. L'énergie produite sert essentiellement au chauffage de la pouponnière. Une ferme en Chaudière-Appalaches, de type naisseur-finisserie produisant 10 000 porcs par an, a adopté la technologie en 2004. Elle a une capacité de traitement de 8000 m<sup>3</sup>/an et utilise l'énergie produite pour chauffer la maternité et pour produire de l'électricité<sup>11</sup>. Un essai de biométhanisation a également été réalisé sur une ferme avicole par Lipp technologies. Malheureusement, des excès de calcium dans le lisier ont forcé la ferme à abandonner le projet.

### *Les incitatifs gouvernementaux canadiens et québécois*

Au Canada, il n'existe pas pour l'instant de programme visant spécifiquement le développement de la biométhanisation à la ferme. Le programme écoÉNERGIE offre un incitatif d'un cent (1 ¢) par kilowattheure pour la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable (éolien, biomasse, hydrolique, solaire, etc.) pour des projets d'une puissance minimum d'un mégawatt. Ce programme vise donc des projets d'une taille plus grande qu'un projet typique de biométhanisation à la ferme. Plusieurs provinces ont adopté

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> U.S. Environmental Protection Agency. *Combined heat and power partnership, Funding resources.* [www.epa.gov/chp/funding/index.html](http://www.epa.gov/chp/funding/index.html).

<sup>11</sup> Beauregard, S. *La méthanisation du lisier de porcs dans une optique de développement durable.* COGENOR.

## La biométhanisation à la ferme

des mesures économiques incitatives pour favoriser la production d'énergie renouvelable, dont la biométhanisation. L'Ontario possède l'offre de programmes la plus élaborée avec, notamment, des subventions en capital pour la construction de systèmes de biodigestion et une tarification incitative pour l'achat d'électricité produite à partir du biogaz (entre 11 et 14,5 ¢/kWh). Au Québec, il n'existe pas pour l'instant de programme spécifique pour la production de biogaz à la ferme, mais il est prévu que des mesures soient mises en place dans l'horizon 2006-2012. Les mesures incitatives suivantes peuvent toutefois être accessibles à certains projets de biométhanisation qui visent à résoudre un problème de gestion des surplus de déjections à la ferme :

- Le programme Prime-Vert, volet « Technologie de gestion des surplus » : versement d'une aide pouvant atteindre jusqu'à 70 % des sommes investies pour un procédé de traitement des fumiers, jusqu'à concurrence de 200 000 \$ par exploitation<sup>12</sup>. Pour avoir droit à ce programme, le projet doit répondre aux nombreux critères d'admissibilité.
- Le crédit d'impôt pour l'acquisition d'installations de traitement du lisier de porcs de Revenu Québec : crédit d'impôt correspondant à 30 % des frais admissibles engagés pour la mise en place d'installations de traitement du lisier de porcs, jusqu'à concurrence de 200 000 \$ par exploitation par année d'imposition<sup>13</sup>.

Une subvention visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre devrait être rendue disponible à courte échéance pour les projets permettant de remplacer des sources d'énergie fossiles (valorisation thermique du méthane).

Pour l'instant au Québec, il n'est pas possible de vendre de l'électricité produite à partir d'un processus de biométhanisation à la ferme au réseau d'Hydro-Québec. Il existe, depuis février 2006, un programme d'autoproduction d'électricité de type mesurage net (*net metering*) qui permet d'envoyer sur le réseau les surplus d'énergie d'un système d'autoproduction d'électricité en contrepartie d'un crédit sur sa facture d'électricité. Toutefois, ce programme prévoit que les installations de production ne dépassent pas 50 kW et qu'elles ne visent pas une production nette d'énergie (la consommation doit être supérieure à la production). Ces conditions disqualifient les projets de production d'énergie électrique à partir de biogaz à la ferme. Par contre, un programme de microproduction d'électricité devrait voir le jour au cours de l'année 2008 grâce aux modifications apportées par le projet de loi 52 en décembre 2006 (*Loi concernant la mise en œuvre de la stratégie énergétique du Québec et modifiant diverses dispositions législatives*). Les modalités de ce programme devaient être soumises par Hydro-Québec à la Régie de l'énergie dans les premiers mois de l'année 2008<sup>14</sup>, mais cette échéance a été repoussée à une date indéterminée. Il devrait viser les installations produisant plus de 50 kW et permettre le rachat de l'électricité excédentaire à un prix fixé par le distributeur<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> MAPAQ. *Prime-Vert - Technologies de gestion des surplus*.

[www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Services/politiquejeunessevolet1/repertoireprogrammes/programmessoutienacespropriete/primeverttechnologiesgestionssurplus/#nature](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Services/politiquejeunessevolet1/repertoireprogrammes/programmessoutienacespropriete/primeverttechnologiesgestionssurplus/#nature) .

<sup>13</sup> Revenu Québec. *Crédit d'impôt pour l'acquisition d'installations de traitement du lisier de porc*.

[www.revenu.gouv.qc.ca/fr/entreprise/impot/credits/ressources/installations\\_lisier.asp](http://www.revenu.gouv.qc.ca/fr/entreprise/impot/credits/ressources/installations_lisier.asp) .

<sup>14</sup> Hydro-Québec. *Autoproduction - Option de mesurage net*. [www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html](http://www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html) .

<sup>15</sup> Laflamme, C.B. 2008. *Hydro-Québec, Utilisation de l'énergie du biogaz de ferme*. Journée agricole sur le porc. 6 février. Joliette.

### ***La rentabilité de la méthanisation au Québec<sup>16</sup>***

Le coût d'installation d'une unité de biométhanisation varierait actuellement entre 2500 et 5000 \$ par kilowatt de puissance totale. Ce coût est fonction principalement de la taille de l'unité, du rendement en biogaz de l'effluent traité et de l'installation ou non d'une unité de cogénération. Le fonctionnement d'une unité de biométhanisation implique par ailleurs des coûts de main-d'œuvre (1 à 2 heures par jour) et des coûts d'entretien des équipements. S'il y a production d'électricité, un coût d'entretien de la génératrice d'environ 0,015 \$/kWh doit être considéré. Le coût de production de l'électricité à partir de la biométhanisation varie selon les sources, allant d'un minimum situé entre 0,075 et 0,11 \$/kWh à plus de 0,20 \$/kWh.

Le coût d'investissement pour l'installation d'une unité de biométhanisation à la ferme pour une ferme porcine typique du Québec, avant subvention, serait d'environ 350 000 \$ (5000 porcs). Pour une ferme laitière de 180 têtes (100 vaches en lactation plus relève), le coût du système serait de l'ordre de 300 000 \$. Cet investissement permettrait de produire de l'électricité pour alimenter 5 maisons (450 kWh électriques par jour) et de la chaleur pouvant remplacer l'équivalent de 100 litres de propane par jour<sup>17</sup>.

Le prix de vente de l'électricité autoproduite sur le réseau d'Hydro-Québec se situe entre 0,035 et 0,068 \$/kWh. À titre comparatif, le prix offert par Hydro-Ontario varie entre 0,11 et 0,145 \$/kWh tandis que le prix européen varie entre 0,11 et 0,25 \$/kWh. À l'heure actuelle, ces prix sont donc nettement inférieurs aux coûts de production de l'électricité par méthanisation puisque le seuil de rentabilité serait de l'ordre de 0,13 à 0,22 \$/kWh<sup>18</sup>. Ainsi, avant de songer à la production d'électricité à partir du biogaz, un projet devrait viser à :

- Optimiser la valeur énergétique du biogaz par une valorisation thermique;
- Diversifier et développer de nouvelles utilisations thermiques à la ferme (séchage des grains et des fourrages, chauffage de serres à proximité, etc.);
- Recourir à des intrants à haute valeur énergétique pour améliorer le rendement des digesteurs et de ce fait, la rentabilité de la biométhanisation.

### **Les avantages et les inconvénients d'un projet de biométhanisation à la ferme**

Dans le contexte actuel, le principal intérêt de la biométhanisation à la ferme pour le producteur demeure son potentiel pour résoudre des problèmes de gestion des surplus de déjection. Le traitement des lisiers par biométhanisation permet la réduction de la charge organique et des agents pathogènes, en partie responsables de la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines. La plus grande fluidité du lisier traité favorise son infiltration dans le sol lors de son épandage, réduisant ainsi les risques de ruissellement des fertilisants, en particulier le phosphore et l'azote. Bien que la charge totale en fertilisants ne soit pas modifiée par le procédé, la biodisponibilité des éléments nutritifs est améliorée, ce

<sup>16</sup> Programme d'atténuation des GES. 2007. Compte rendu de la Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier.

<sup>17</sup> Camirand, E. 2007. *Principes du biogaz*. Tiré du compte rendu de la Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier.

<sup>18</sup> Programme d'atténuation des GES. 2007. Compte rendu de la Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier.

## La biométhanisation à la ferme

---

qui augmente leur coefficient d'efficacité au champ et réduit d'autant plus la quantité totale de fertilisants à apporter à la culture. Toutefois, la réduction du taux de matière organique du lisier n'est pas toujours souhaitable d'un point de vue agronomique. Le bilan organique de certains sols légers est déficitaire et ces sols profitent normalement d'un apport important de matière organique que l'effluent traité par biométhanisation ne peut fournir. Enfin, le traitement des lisiers par biométhanisation facilite l'exportation des surplus et réduit grandement le nombre d'agents pathogènes et les odeurs. À ce titre, il peut contribuer à résoudre des problèmes de cohabitation avec le voisinage de la ferme.

Sur le plan économique, la méthanisation comporte certains avantages qui ne sont toutefois pas suffisants pour en assurer la rentabilité. Elle permet à la ferme d'acquérir une autonomie en combustible pour la production de chaleur et, si l'installation comporte une unité de production d'électricité, de réduire les coûts d'achat d'électricité et éventuellement d'expédier les surplus d'électricité sur le réseau d'Hydro-Québec. Elle peut également permettre de toucher un revenu additionnel pour la vente du digestat comme matière fertilisante s'il n'est pas utilisé sur la ferme, sachant que le prix des fertilisants est en forte augmentation. Éventuellement, lorsque le Canada mettra en place la structure réglementaire nécessaire, elle pourra aussi permettre à l'entreprise agricole d'obtenir des revenus pour la vente de crédits de carbone.

Pour permettre la rentabilité de projets de méthanisation à la ferme, différentes avenues pourront être envisagées, dont la prise en charge de résidus organiques provenant de l'extérieur de la ferme. C'est le modèle de développement qui a été retenu au départ par l'Allemagne. Ce modèle de développement comporterait l'avantage de résoudre les problèmes importants de gestion des matières résiduelles vécus dans les milieux ruraux au Québec. Les déchets domestiques et les rejets d'entreprises agroalimentaires pourraient être pris en charge par des fermes et l'électricité produite vendue au réseau d'électricité. Ce modèle favoriserait à la fois la diversification des revenus agricoles et le développement économique régional. Un tel modèle ne pourrait cependant voir le jour que si un programme de microproduction d'électricité était mis en place par Hydro-Québec, permettant de vendre les surplus d'électricité produits, à moins que la ferme ne parvienne à valoriser directement le biogaz chez un utilisateur situé à proximité (par exemple une serre).

Pour le producteur agricole toutefois, la mise en place d'un tel projet implique des investissements majeurs non seulement sur le plan financier, mais également sur le plan de l'acquisition d'un savoir-faire. La complexité de la technologie et les exigences en matière de gestion des intrants et des effluents exigent du producteur temps et énergie et implique des modifications dans le système de production. Il s'agit d'un facteur d'une grande importance qui ne doit pas être négligé. Toutefois, certains promoteurs proposent des systèmes « clé en main » dans lesquels ils prennent en charge la gestion du bioréacteur.

### La biométhanisation : une réponse potentielle à un enjeu d'importance?

L'agriculture est responsable d'environ 10 % des émissions de gaz à effet de serre au Canada. La moitié de ces émissions provient du méthane dégagé en parts égales par la digestion des ruminants et par l'entreposage des déjections. La biométhanisation des lisiers et fumiers peut donc contribuer de manière très significative à la réduction des émissions de

## La biométhanisation à la ferme

---

gaz à effet de serre du secteur agricole. Cet impact est d'autant plus significatif si on tient compte de la réduction supplémentaire permise par la substitution du biogaz aux combustibles fossiles utilisés à la ferme pour les besoins en énergie thermique. Sur l'ensemble de la filière de la production porcine, incluant la valorisation agronomique du lisier traité, la réduction des émissions de gaz à effet de serre permise par la biométhanisation serait théoriquement de l'ordre de 20 à 30 %<sup>19</sup>.

Quant au bilan énergétique (rapport entre l'énergie contenue dans le produit fini et l'énergie fossile utilisée dans sa production), il est particulièrement avantageux lorsque le biogaz est produit à partir d'effluents d'élevage, puisque l'énergie fossile consommée pour produire le biogaz est minimale. Même en considérant l'ajout de cultures énergétiques (maïs ensilage par exemple) dans le biométhanisateur pour augmenter le rendement en biogaz, le bilan énergétique demeure très positif. En considérant la consommation énergétique de toutes les opérations reliées à la production de la culture, incluant la fabrication et le transport des engrais minéraux, chaque unité d'énergie fossile consommée produirait de 7 à 10 unités d'énergie<sup>20</sup>.

Ainsi, tant du point de vue des gaz à effet de serre que du bilan énergétique, la biométhanisation à la ferme constitue l'une des formes d'énergie renouvelable présentant le meilleur bilan. Le défi de cette filière se situe donc sur le plan de la rentabilité économique des installations à la ferme. Ce défi pourrait être relevé par l'établissement de modèles d'affaires permettant la maximisation de la production de biogaz et de la valorisation du méthane produit, idéalement par voie thermique.

### Références

AgSTAR. Site officiel : [www.epa.gov/agstar/](http://www.epa.gov/agstar/).

Beauregard, S. 2008. *La méthanisation du lisier de porcs dans une optique de développement durable*. Conférence présentée dans le cadre des 17<sup>e</sup> Journées agricoles et agroalimentaires, Montréal-Laval-Lanaudière, Journée sur la production porcine. 6 février. Saint-Charles-Boromé.

Bio-Terre Systems Inc. Site officiel : [www.bioterre.com/](http://www.bioterre.com/).

Bruton, C. et C. Turner. 2003. *Manure management - Treatment strategies for sustainable agriculture*. Silsoe Research Institute. Royaume-Uni. 450 p.

Camirand, E. 2007. *Principes du biogaz. Production de biogaz à la ferme : le Québec a-t-il ce qu'il faut?* Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.

---

<sup>19</sup> IRDA – BPR. 2005. *Réduction des émissions de gaz à effet de serre : faisabilité de l'implantation d'une chaîne de gestion des lisiers au Québec*. Rapport final. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 94 p. + annexes.

<sup>20</sup> MAAARO. 2007. *Rendement énergétique d'un digesteur anaérobie de ferme*. Site du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. [www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/enyields.htm](http://www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/enyields.htm).



## La biométhanisation à la ferme

---

- Debruyne, J. 2007. *Développement du biogaz en Ontario : une vision pour le Québec*. Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe A.V. (FNR). 2005. *Données de base pour les méthaniseurs à la ferme en Allemagne*. Traduit en 2007 par le Club Biogaz de l'Association technique énergie et environnement.  
[www.biogaz.atee.fr/news/get\\_file.php3/id/106/file/Donn%E9es\\_base\\_biogazv3.pdf](http://www.biogaz.atee.fr/news/get_file.php3/id/106/file/Donn%E9es_base_biogazv3.pdf) .
- Fischer, T. 2007. *Expérience allemande : Politique et apprentissage technologique*. Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.
- Gaz Métro. Site officiel : [www.gazmetro.com/](http://www.gazmetro.com/) .
- Hydro-Québec. *Autoproduction - Option de mesurage net*.  
[www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html](http://www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html) .
- IRDA – BPR. 2005. *Réduction des émissions de gaz à effet de serre : Faisabilité de l'implantation d'une chaîne de gestion des lisiers au Québec*. Rapport final. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 94 p. + annexes.
- Krich, K., D. Augenstein, J.P. Batmale, J. Benemann, B. Rutledge et D. Salour. 2005. *Biomethane from dairy waste. A sourcebook for the production and use of renewable natural gas in California*. Western United Dairymen. 186 p. + annexes.
- Laflamme, C.B. 2008. *Hydro-Québec - Utilisation de l'énergie du biogaz de ferme*. Journée agricole sur le porc. 6 février. Joliette.
- Laganière, G. 2007. *Traitement anaérobie : développement durable. Production de biogaz à la ferme : le Québec a-t-il ce qu'il faut?* Journée sur la méthanisation des engrais de ferme. 26 janvier. Sainte-Julie.
- MAAARO. 2007. *Rendement énergétique d'un digesteur anaérobie de ferme*. Site du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.  
[www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/enyields.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/enyields.htm) .
- MAPAQ. *Technologies de gestion des surplus*. Prime-Vert.  
[www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Services/politiquejeunessevolet1/repertoireprogrammes/programmessoutienaccespropriete/primeverttechnologiesgestionsurplus/#nature](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Services/politiquejeunessevolet1/repertoireprogrammes/programmessoutienaccespropriete/primeverttechnologiesgestionsurplus/#nature) .
- MDDEP. 2008. *Lancement du programme biogaz*. Communiqué de presse. 18 février.  
[www.mddep.gouv.qc.ca/infuseur/communiquie.asp?no=1269](http://www.mddep.gouv.qc.ca/infuseur/communiquie.asp?no=1269) .
- Preusser, S. 2006. *Biogas plant data sheets*. 6 juin.  
[www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/bdv11206](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/bdv11206).
- Programme d'atténuation des GES. 2007. *Compte rendu de la Journée sur la méthanisation des engrais de ferme*. 26 janvier. Sainte-Julie  
[www.cdaq.qc.ca/content\\_Documents/PAGES\\_Rapport%20final-Journée%20méthanisation.pdf](http://www.cdaq.qc.ca/content_Documents/PAGES_Rapport%20final-Journée%20méthanisation.pdf) .

## La biométhanisation à la ferme

---

Revenu Québec. *Crédit d'impôt pour l'acquisition d'installations de traitement du lisier de porc.* [www.revenu.gouv.qc.ca/fr/entreprise/impot/credits/ressources/installations\\_lisier.asp](http://www.revenu.gouv.qc.ca/fr/entreprise/impot/credits/ressources/installations_lisier.asp) .

U.S. Environmental Protection Agency. *Combined heat and power partnership - Funding resources.* [www.epa.gov/chp/funding/index.html](http://www.epa.gov/chp/funding/index.html) .