

Produire de l'énergie verte par la méthanisation : le processus

Par : **Pauline Doligez**, IFCE

« La méthanisation constitue une réponse technique aux grands défis environnementaux, en particulier pour le secteur agricole qui génère à lui seul 20% des émissions de gaz à effet de serre en France avec les productions animales (émissions d'azote dues aux fermentations entériques et aux déjections) et les cultures (émissions de protoxyde d'azote dues aux épandages d'engrais) » (ADEME, 2013).

En récupérant le biogaz des déchets organiques, la méthanisation réduit directement l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Elle produit dans le même temps une énergie renouvelable utilisable pour générer de la chaleur et/ou de l'électricité. Ce procédé peut être réalisé dans de grandes unités industrielles de méthanisation, ou dans des unités de très petite taille, dite « unité de méthanisation à la ferme » (ADEME, 2013).

C'est une solution pour le recyclage et la valorisation des déchets organiques des exploitations agricoles, des structures équestres, mais également des collectivités ou de l'industrie agroalimentaire. Les projets peuvent être de nature collective ou individuelle. Les structures sont dimensionnées pour produire de 30 kW à 250 kW d'électricité par an. (ADEME, 2013)



Portes ouvertes d'une unité de méthanisation à Croisilles (14), Gaec de Meilink.

Processus chimique

La méthanisation est un procédé anaérobie (sans oxygène) et à l'abri de la lumière qui permet de produire des énergies renouvelables – électricité, chaleur, bio-méthane – à partir de matières organiques fermentescibles, grâce à l'action combinée de micro-organismes en milieu tiède ou chaud (35-42°C).

La dégradation par fermentation aboutit à la production :

- de biogaz: principalement constitué de méthane (CH₄), de dioxyde de carbone (CO₂)

et

- d'un digestat : (matière plus ou moins solide finale sortant du méthaniseur) riche en éléments fertilisants. Il est souvent ensuite composté et/ou épandu (en fonction du rapport C/N du digestat) sur des surfaces agricoles comme amendement organique.



© P. Doligez / IFCE

└ Digestat solide sortant du digesteur (unité de méthanisation Gaec Meilink).

- d'autres gaz peuvent venir s'ajouter de façon minoritaire dans la composition du biogaz : hydrogène, sulfure d'hydrogène ou hydrogène sulfuré (H₂S). La teneur de ces gaz dépend étroitement du déchet traité et du degré d'avancement de la méthanisation.

Utilisation du biogaz

Le biogaz peut être utilisé soit en l'état, soit sous forme de chaleur (chauffage d'habitations, bâtiments agricoles, surfaces industrielles, séchoir à foin...) ou pour la production d'électricité grâce à un cogénérateur. D'autres utilisations sont en cours de développement comme l'injection dans le réseau de gaz naturel (après purification) ou la production de carburant pour les véhicules. (ADEME 2013)

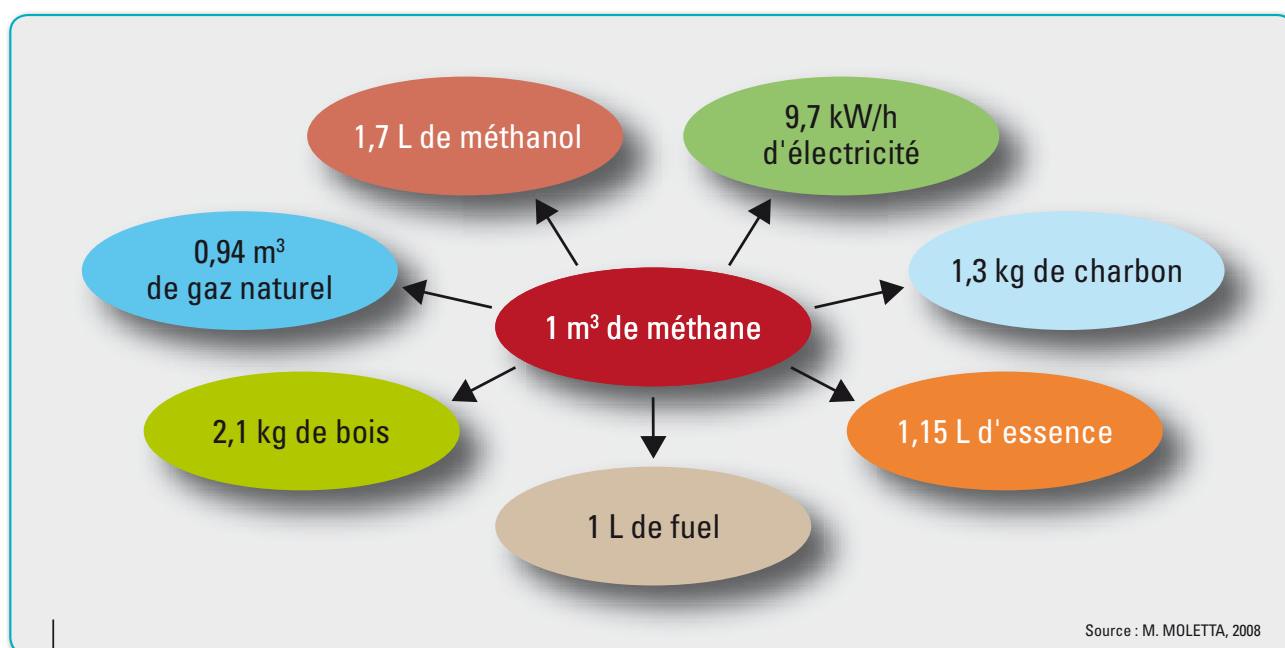


Figure 1 / Équivalent énergétique du méthane

Nature des déchets valorisés (ADEME 2013)

Toutes les matières organiques fraîches et non lignifiées (bois) peuvent être méthanisées. Cependant tous les substrats n'ont pas le même potentiel méthanogène. Le mélange de différents substrats est nécessaire pour garantir un rendement économique au processus de méthanisation. Ainsi il est conseillé de mélanger des effluents d'élevage (fumier, lisier) à faible potentiel méthanogène avec des résidus de cultures végétales (ensilage, drèches, menue-paille) et/ou des déchets d'industries agroalimentaires (à bon pouvoir méthanogène).

Biomasse utilisable pour la méthanisation	Biomasse non utilisable
Produits agricoles : ensilage de maïs, d'herbe, paille, fanes, menues-paille...	Matières ligneuses : branchages, copeaux, sciures (sauf si pré-traitement au préalable)
Déjections animales : lisier, fumier, fientes	
Déchets agroalimentaires : huiles, graisses déchets de légumes	
Déchets de collectivités : tontes de pelouse, déchets organiques	

Source : ADEME, 2013

Tableau 1 / Déchets valorisables par la méthanisation

Atouts et contraintes du procédé de méthanisation

(ADEME-<http://www2.ademe.fr>)

Atouts

- 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,
- une limitation des émissions d'odeurs a priori du fait de digesteur hermétique et de bâtiment clos équipé de traitement d'air performant.

Contraintes

- La co-digestion d'un mélange de déchets organiques est à préconiser pour permettre des économies d'échelle et optimiser la production de biogaz.
- La nécessité de mettre au point des systèmes de contrôle adaptés à la complexité des procédés dus à la non-linéarité des phénomènes en jeu et à la variabilité des intrants aussi bien en quantité qu'en composition. (selon RMT Biomasse, Energie, Environnement et Territoire)
- Un coût d'investissement lourd (plus de 500 000 € pour une unité à la ferme)

2 systèmes de méthanisation existent actuellement

(cf. Chambres d'agriculture de Normandie)

Méthanisation en phase liquide

Les principales unités de méthanisation en France sont le plus souvent équipées d'un système en voie liquide continue « infiniment mélangée » (mélange continu). Les produits, liquides ou secs, sont introduits quotidiennement dans un digesteur de type fosse isolée couverte. Le biogaz est alors produit en continu, de même qu'un digestat liquide brut, les volumes stockés devant être adaptés au temps de séjour et aux périodes d'épandage possibles.

Ce procédé est utilisé principalement sur les installations agricoles qui produisent des matières liquides comme le lisier bovin souvent mélangé à d'autres effluents et déchets agricoles ou agroalimentaires. C'est aussi le procédé utilisé dans les unités de méthanisation des collectivités.



© P. Deligez / IFCE

Digesteur, Gaec Meilink, Croisilles (14).



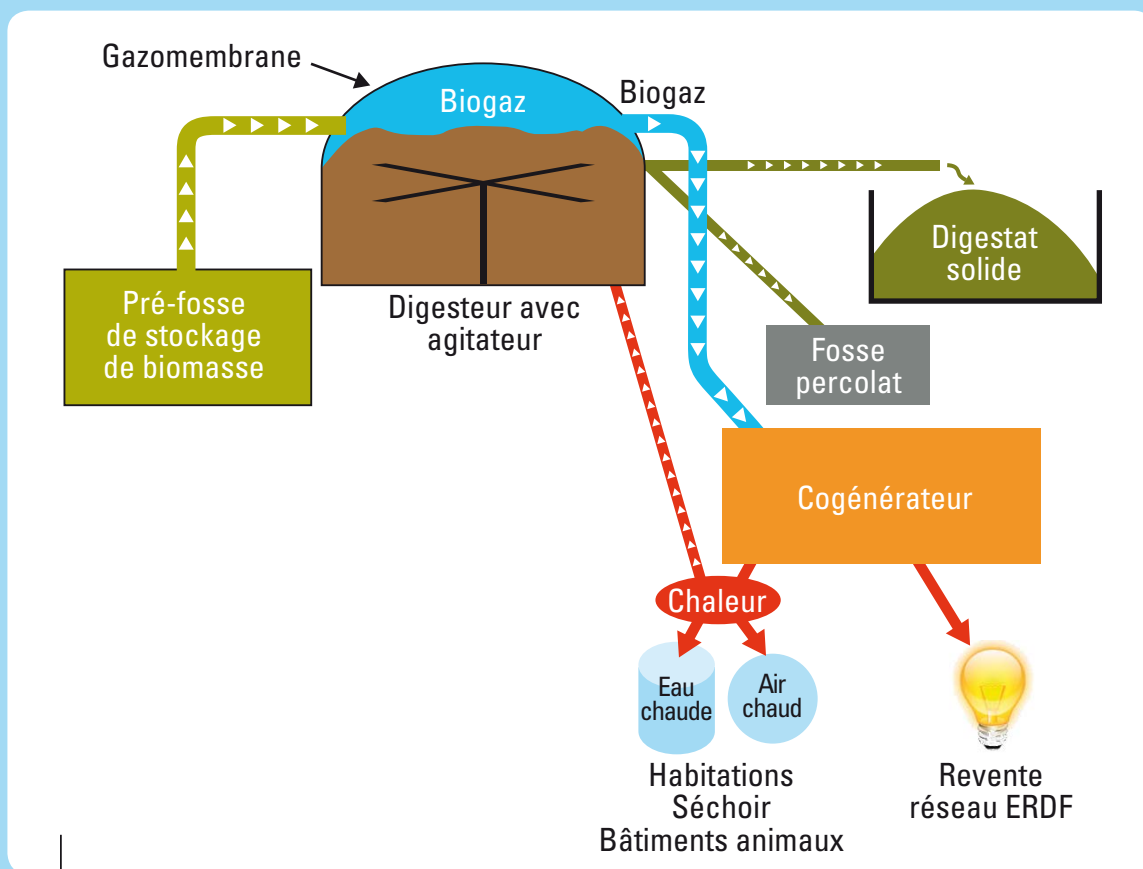


Figure 2 / Schéma d'une unité de méthanisation mésophile (phase liquide, infiniment mélangée)

Méthanisation en phase sèche

La voie sèche et discontinue permet l'introduction majoritaire de substrat sec (fumier) dans un digesteur « batch » qui peut se présenter sous la forme d'un silo, d'un garage ou d'un container selon le procédé utilisé.

Après une phase de mise en chauffe de quelques jours dans le caisson hermétique, le substrat entre en fermentation et la production de biogaz monte en puissance. Le chauffage est assuré par un réseau coulé dans les parois et/ou le fond en béton armé, le caisson étant isolé par l'extérieur. Le biogaz est lui capté dans le ciel du digesteur. Le processus conduit aussi à produire un digestat solide, stockable en tas, qui se rapproche d'un compost, et un percolat liquide récupéré par des rigoles et recirculé pour réguler l'humidité et favoriser la digestion. Le cycle est interrompu au bout de 60 jours. Pour régulariser la production de biogaz, il est nécessaire de disposer de plusieurs caissons et déphaser les digesteurs. Sur la base de 4 caissons au minimum, cela conduit à un cycle de vidange/remplissage tous les 15 jours, qui peut correspondre à une organisation interne de l'exploitation (curages).

3 technologies sont mises au point actuellement :

- la méthanisation en silo (digesteurs sous forme de silo bâché, reliés à un local de cogénération qui alimente en chaleur et en jus les silos et qui récupère le gaz).
- la méthanisation sous forme de garage, avec le même procédé que les silos mais le substrat est alimenté sur le côté.
- la méthanisation dans des boxes ou caissons transportables d'environ 30 m². Ces caissons contenant le digestat peuvent être directement transportés dans un premier temps sur le lieu de curage, puis à la fin sur le lieu de compostage ou d'épandage.

Processus de méthanisation	Méthanisation par voie liquide	Méthanisation par voie sèche
Type d'installation	Collective ou unité à la ferme	Unité à la ferme
Nature des substrats valorisés	Lisiers mélangés à des déchets organiques (fumier, tonte...) ou des déchets agroalimentaires (huiles...)	Fumier (teneur entre 25 et 50% de matière sèche) Mélange de fumier, tonte de gazon, résidus de paille...
Quantités de substrat nécessaire à traiter pour atteindre le seuil de rentabilité	16000 tonnes/an pour atteindre une production de 250 kW d'électricité	Minimum 600 à 700 tonnes/an pour une unité produisant 10 kW d'électricité
Teneur en méthane du biogaz produit - rendement	64% de méthane produit	55% de méthane produit
Avantages	Adapté aux substrats liquides (lisier...) Meilleur rendement	Adapté aux substrats solides (fumier) Manutention de l'effluent en même temps que le curage sans brassage préalable
Coût d'investissement	+ 5 000 000 €	500 000 à 1 000 000 €

Tableau 2 / Comparaison des deux systèmes de méthanisation (d'après ADEME 2009 et FranceGalop-FFE-Cheval Français 2007)

Autorisation

L'unité de méthanisation individuelle ou collective est soumise à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Références

DEME 2009 : La méthanisation agricole en voie sèche discontinue, méthanisation en Bourgogne, ADEME 2009.

ADEME 2013, Méthanisation à la ferme de l'abbaye de la Pierre-qui-Vire à Saint-Léger Vauban (89) - <http://www2.ademe.fr>

France Galop, de la FFE et du Cheval Français, 2007 : Méthanisation en phase liquide, méthanisation en phase sèche discontinue, Trouvez la solution pour la gestion de votre fumier, Valorisation du fumier de cheval à l'initiative de France Galop, de la FFE et du Cheval Français - <http://www.cheval-fumier.com>.

MOLETTA R.2006, La méthanisation de la matière organique, Aspects généraux, Moletta Méthanisation - 2006.

Pour la filière équine

Deux solutions peuvent alors être envisagées. La première consiste à approvisionner en fumier de cheval une unité de méthanisation collective de proximité (à moins de 30 km de la structure équine). La deuxième solution réside dans la création d'une unité de méthanisation par voie sèche qui semblerait la plus adaptée pour valoriser du fumier de cheval en énergie verte à l'échelle individuelle. Une opération pilote est en cours d'implantation à la Ferme Equestre du Bois Guilbert (76) avec la société ERIGENE (ERIBOX).



© Erigène

Caissons amovibles de la société ERIGENE
Ferme équestre de Bois-Guilbert (76)



© P. Doligez / FCE

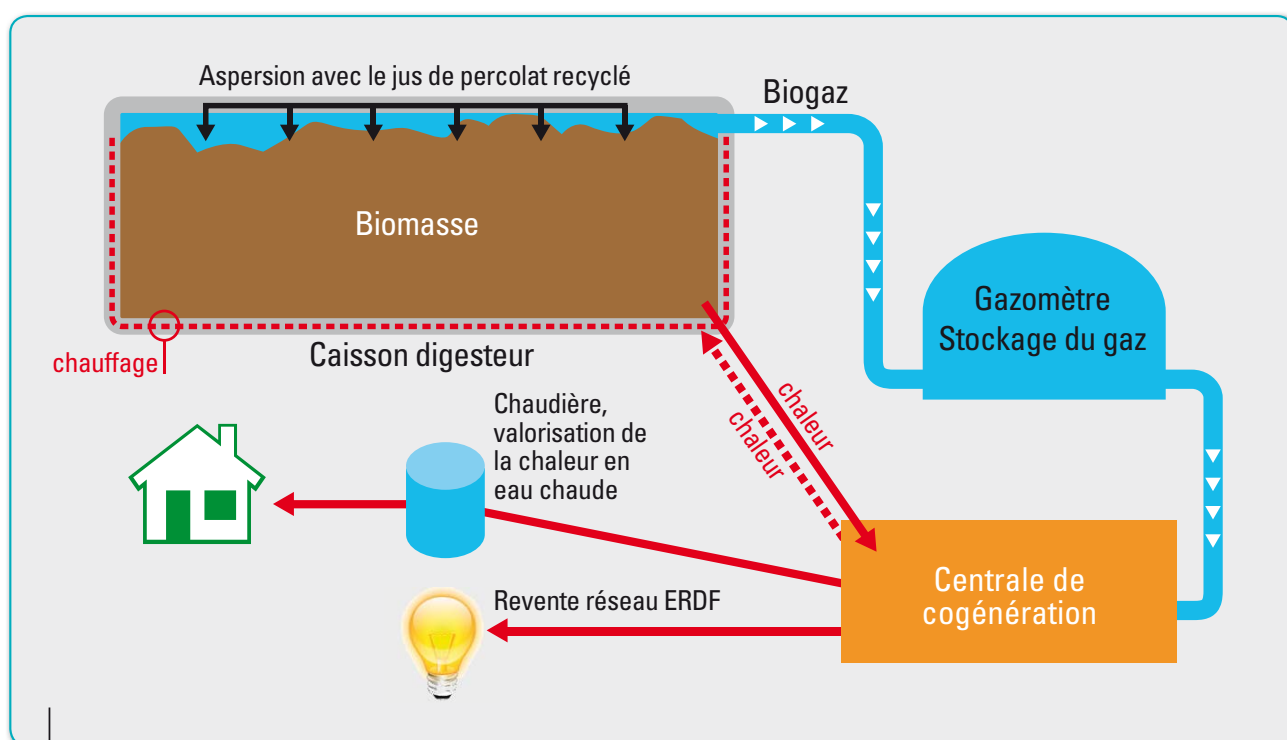


Figure 3 / Schéma d'une unité de méthanisation par voie sèche – système du « batch »