

# La méthanisation

## Production et valorisations à la ferme

Les préconisations présentées dans ce document constituent les grands principes à respecter afin de produire du Biogaz et de traiter la matière organique agricole dans de bonnes conditions (sur les bases des connaissances établies au 31 juillet 2006).

### PRODUCTION

Il s'agit à la fois de **traiter de la matière organique essentiellement agricole** et de **produire de l'eau chaude** ou de **l'électricité à partir du biogaz issu de la transformation anaérobie de cette matière organique**. En exploitation d'élevage, ce principe est utilisé soit pour fournir de **l'eau chaude** (chaudière), soit de **l'air chaud** (moteur ou chaudière), soit de **l'électricité** (moteur), soit **à la fois de l'électricité et de l'eau chaude** (moteur), pour la consommation de l'exploitation elle-même ou d'autres consommateurs proches. Parallèlement, ce principe permet aussi **d'optimiser la fertilisation des terres**.

### Une matière première d'origine agricole : les déchets organiques

- **Une large gamme de déchets organiques agricoles** peut être utilisée comme matière première pour la production de biogaz, à partir du moment où cette matière est digestible.
  - les déjections animales : lisiers et fumiers
  - les biodéchets issus de l'exploitation : rafles, paille de maïs, déchets de légumes, herbe (fraîche ou conditionnée), contenus de panse, marcs, vinasse, petit lait, etc.
- **D'autres déchets organiques propres** d'origine diverses dits «**co-substrats**» peuvent être mélangés aux déchets d'origine agricole («**co-digestion**») **pour compléter en quantité les apports agricoles et augmenter la capacité méthanogène du substrat** :
  - le gazon et les feuilles provenant d'espaces verts
  - les déchets de l'industrie agro-alimentaire
  - les résidus d'assainissement (boues, matière de vidange, graisses de station d'épuration ...)
  - les déchets de restauration collective, huile de friture, eaux grasses ....

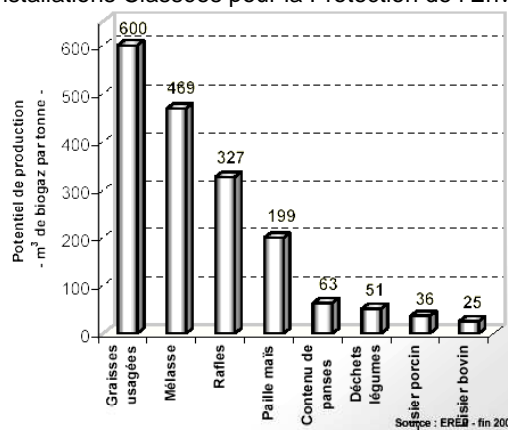
#### Ces co-substrats doivent être compatibles avec l'installation :

- au plan technique : vérifier que le substrat envisagé n'implique pas de contraintes supplémentaires (chargement, tri, pompabilité ...)
- au plan agronomique : actualisation du bilan de fertilisation
- au plan réglementaire : statut du substrat, règlement sanitaire, plan d'épandage, statut de l'installation au regard de la loi sur les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement)

- **Ces matières premières ont des potentiels de production du biogaz très variables :**

Aussi, il est préférable de privilégier des produits végétaux propres à fort contenu énergétique, comme les déchets verts exempts de branches et d'impuretés, les déchets végétaux d'entreprises agroalimentaires, les huiles de friture.

Diagramme représentant le Potentiel de production de biogaz selon le produit qui fermente



### Un procédé naturel : la méthanisation ou fermentation anaérobie

Le procédé de transformation de la matière organique est **une fermentation en l'absence d'oxygène** (ou "digestion anaérobie"). Cette fermentation **produit un mélange de gaz, le biogaz**, composé principalement de méthane, d'où le terme de «**méthanisation**» utilisé pour décrire ce procédé.

Le procédé se déroule en **plusieurs étapes avec des bactéries adaptées à chaque étape**, exactement comme pour la digestion des aliments :

- **l'hydrolyse**, qui transforme les molécules complexes (cellulose, lipides, protéines ...) en molécules plus simples (acides gras...);
- **l'acidogénèse** qui transforme ces acides en acide acétique, en gaz carbonique et en hydrogène;
- **la méthanogénèse**, qui transforme l'acide acétique d'une part et le gaz carbonique et l'hydrogène d'autre part, en méthane

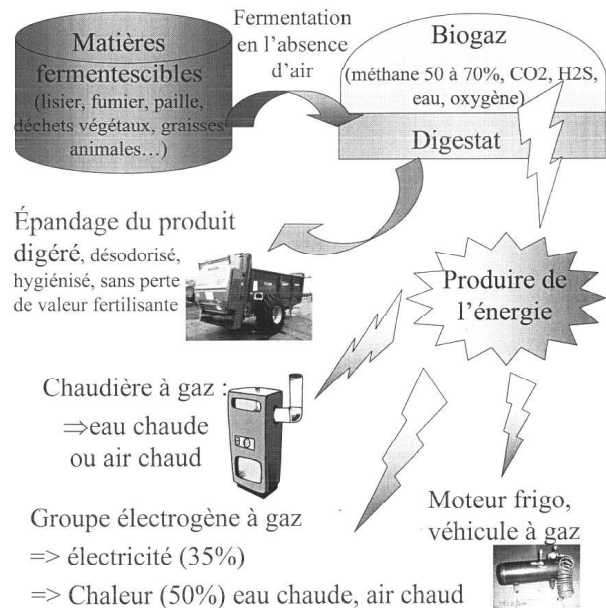
Les bactéries sont présentes naturellement dans la matière première (déjections, végétaux...) et se développent spontanément lorsque les conditions d'anaérobiose sont remplies. Aussi, il n'y a aucun besoin d'ajouter des bactéries au procédé.

## Les produits de la méthanisation : biogaz et digestat **Le biogaz : un combustible**

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (de 50 à 70%) et de gaz carbonique (de 25 à 45%), avec des quantités variables d'eau, d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) et d'oxygène. La proportion des deux gaz principaux dépend de la nature du substrat, et précisément de la proportion Carbone - Hydrogène - Oxygène - Azote (CHON). Ainsi, un substrat riche en C et H produit une forte proportion de méthane, jusqu'à 90 %. Un substrat moyennement riche, comme la cellulose, produit un biogaz contenant typiquement 55 % de méthane et 45 % de gaz carbonique (Source : portail lebiogaz.info).

Aussi, le biogaz est explosif, corrosif et toxique (présence de H<sub>2</sub>S) et un minimum de précautions doit être pris pour éviter la dégradation rapide des matériels et les risques pour les personnes : appareils électriques adaptés près de la « zone gaz », surveillance des fuites, matériaux non corrosifs. Lorsque ces précautions élémentaires sont prises, le risque est très faible. (Source : SOLAGRO)

La forme d'énergie majoritaire du biogaz est le méthane comme pour le gaz naturel. Aussi le biogaz se valorise comme le gaz naturel et permet de produire de la chaleur et/ou de l'électricité.



- **VALORISATION THERMIQUE** : le biogaz peut être utilisé sur l'exploitation soit pour **chauffer de l'air** (brûleur en veine d'air ou récupération sur gaz d'échappement moteur ou chaudière) nécessaire au séchage des céréales par exemple, soit pour **chauffer de l'eau chaude** (chaudière) nécessaire au lavage des installations laitières. La chaleur ainsi produite peut aussi être exportée vers des consommateurs externes (industries, réseaux de chaleur, etc.) proches de l'exploitation.
- **VALORISATION ELECTRIQUE** : le biogaz peut alimenter un moteur à gaz (ou turbine) qui produit de l'électricité avec un rendement de 30% environ. C'est à dire que **1 m<sup>3</sup> de biogaz produit 2 kWh**. Cette électricité peut être consommée sur place ou exportée vers le réseau électrique.  
**EDF a alors obligation de racheter l'électricité produite par l'installation à un tarif préférentiel fixé par les pouvoirs publics, garanti pendant 15 ans.** Actuellement, ce prix varie de 11 à 14 centimes d'euros/kwh, comme l'indique l'arrêté du 10 juillet 2006. Après 15 ans, le rachat du kwh produit se fait au taux proposé par EDF.
- **VALORISATION CONCOMITANTE DE LA CHALEUR ET DE L'ELECTRICITE** ou **COGENERATION** : la chaleur générée par le moteur nécessaire à la production d'électricité, est utilisée pour chauffer le digesteur (20 à 30% du biogaz permet de maintenir la température nécessaire au procédé) et de l'eau chaude. Ainsi, **pour 1 kWh électrique produit, on peut récupérer 1,5 kWh de chaleur.**

### • Le digestat : un résidu aux propriétés fertilisantes

Le produit digéré ou digestat contient la matière organique non biodégradable (lignine ...), les matières minérales (azote...) et l'eau. C'est un produit **désodorisé** (réduction de la matière fermentescible) et **assaini** (destruction des germes pathogènes). Il peut être stocké et manipulé sans odeurs nauséabondes.

#### LA VALEUR FERTILISANTE DU DIGESTAT EST CONSERVEE :

Il contient une fraction ligneuse qui contribue à la formation de l'humus et de l'azote minéralisé par la méthanisation sous forme d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), forme azotée facilement assimilable par les plantes.

Tamisé le digestat permet d'obtenir un produit solide contenant essentiellement de la matière organique stable et une bonne part de phosphore et utilisé comme **amendement de fond** (restauration de l'humus, relargage progressif de faibles quantités d'azote). Tandis que la **fraction liquide** contenant l'**ammoniac** est utilisable comme engrais liquide (effet fertilisant immédiat), en remplacement des engrais minéraux azotés (source : SOLAGRO).

Les propriétés fertilisantes du digestat varient en fonction de la nature du substrat traité, et de la chaîne de traitement considérée.

Photo SOLAGRO



## Une technologie maîtrisée : l'unité de méthanisation fonctionne en continu

Une unité de méthanisation se compose de plusieurs éléments :

- **La préfosse** : est le lieu d'alimentation du dispositif. La matière première y est introduite de façon régulière et équilibrée, soit par pompage (pour les substrats liquides), ou par trémie et pompe hacheuse (pour les fumiers), ou une pompe à béton (pour les substrats solides). Un 1er brassage peut avoir lieu au niveau de la préfosse.

**Préfosse d'alimentation avec brassage.** Photo Solagro



**Introduction de substrat solide par trémie.** Photo Solagro



- **Le digesteur** : est l'estomac du dispositif et donc son élément central où les matières à digérer séjournent plusieurs semaines. Il est constitué d'une cuve de fermentation étanche, en béton ou en acier et comprend une régulation de la température, un système de mélange et de brassage, une sortie et une entrée du substrat et une sortie de gaz. En effet, la méthanisation se déroule classiquement à 37°C (m ode dit « mésophile ») et plus largement entre 20 et 60°C. Un digesteur doit donc être isolé thermiquement mais est **aussi généralement chauffé**. Le **brassage** y est déterminant car il permet d'homogénéiser le substrat (les bactéries colonisent ainsi l'ensemble de la masse en fermentation) et d'éviter la formation d'un chapeau de masse solidifiée à la surface qui empêcherait l'évacuation du biogaz.

**Agitateur sur axe à hauteur réglable.** Ph. Solagro



**Mélangeur à grandes pales sur axe incliné.** Photo Agrikomp



**Mélangeur à grandes pales sur axe horizontal.** Photo Agrikomp



- **La fosse de stockage**

Elle est soit intégrée au digesteur ou à la fosse de stockage du digestat, soit il s'agit d'un ouvrage séparé (ballon souple). La fosse est couverte d'une membrane qui se gonfle sous la pression du biogaz. Elle comprend son propre brasseur ainsi qu'une vidange par surverse des digestats. Le stockage représente généralement quelques heures de fonctionnement du digesteur, car sinon son coût deviendrait prohibitif. En effet, il faut 1000 m<sup>3</sup> (ballon souple par exemple) pour stocker l'équivalent de 700 litres de fioul.

Aussi, **le biogaz doit être utilisé pratiquement au fur et à mesure de sa production.**

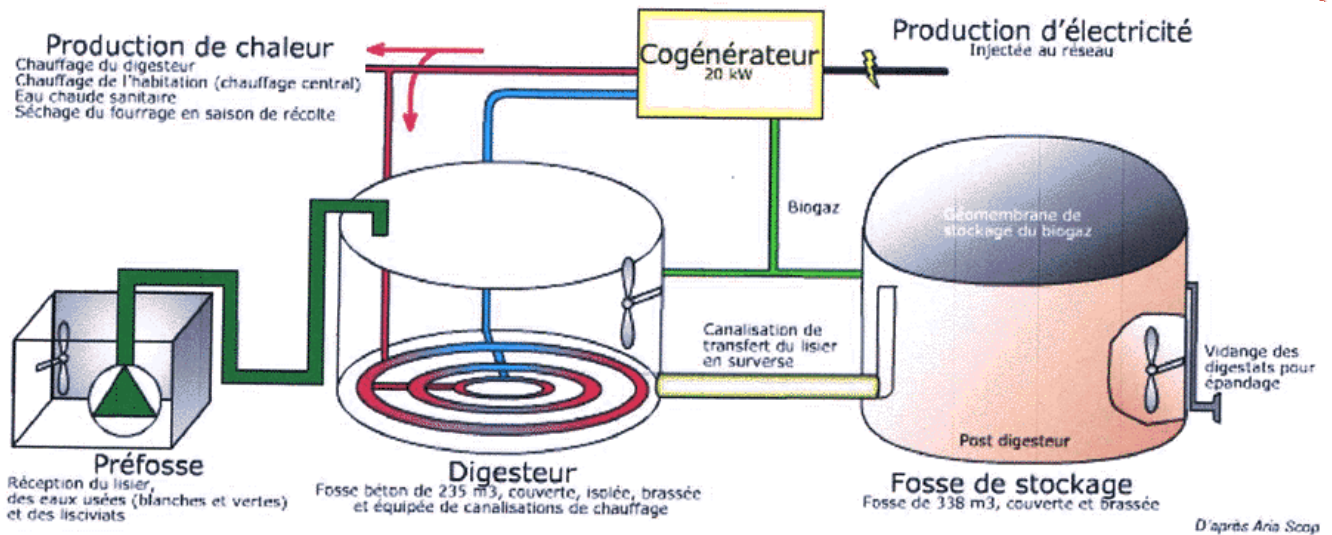
*Le stockage sous une légère surpression empêche toute infiltration d'air, et donc toute formation de mélange explosif. En cas de fuite et d'incendie, une flamme se développe au point de fuite mais le biogaz n'explose pas.* (Source : Solagro)

**Extraction du digestat par pompage et tonne à lisier.**

Photo Solagro



- **Le cogénérateur** : est un moteur qui permet à la fois de produire de l'électricité par combustion du biogaz et de produire de la chaleur due à l'échauffement du moteur.



## Choix du type de cogénérateur

Il existe deux types de moteurs utilisés pour la cogénération

	Moteurs	A GAZ	DUAL FIOUL
<b>Fonctionnement</b>		100 % biogaz	90 % biogaz + 10% fioul (ou huile ?)
<b>Investissement et coûts d'entretien</b>		élevés	meilleurs
<b>Rendements</b>		plus faibles 25% pour un moteur < 50kW	meilleurs

## Choix de l'auto-construction ou du "clés en mains"

En pratique, une installation de méthanisation est toujours réalisée en partie en autoconstruction, et en partie avec du matériel clés en mains. Certains composants ne peuvent évidemment pas être fabriqués par l'agriculteur (groupe de cogénération), et inversement il est plus judicieux que certains équipements soient réalisés par l'agriculteur (tranchées, aménagements).

La part d'autoconstruction qui peut être assurée par l'agriculteur dépend de la manière dont celui-ci compte son temps. Au tarif de la main d'œuvre agricole, l'autoconstruction apporte peu d'économie significative.

L'agriculteur peut également travailler « en régie » sous la responsabilité de l'ensemblier ; Il est important dans ce cas de préciser les responsabilités de chacun.

Nous considérons qu'il est impératif, dans le contexte actuel en France, de recourir à un ensamblier, car celui-ci :

- dispose d'un savoir-faire capitalisé par de nombreuses expériences
- dispose de compétences multiples (électricité, électromécanique, tuyauterie, génie civil ...) que l'agriculteur ne possède pas forcément.
- Assure la responsabilité globale de l'installation (Source : Solagro).

## Une maintenance réduite

De l'ordre de 10 à 30 minutes par jour, elle comprend le chargement du digesteur, l'évacuation du digestat, l'observation du manomètre et l'éventuel entretien de la pompe (huile, bougies, filtres).

## Pour plus d'informations

- Sources utilisées pour réaliser ce document :  
Le portail professionnel du biogaz : <http://www.lebiogaz.info/> Portail BIOGAZ destiné aux professionnels  
Le site de l'association Solagro (Energie, agriculture, environnement) à Toulouse : <http://www.solagro.org/>
- Site sur le processus biologique de la digestion anaérobie, des technologies de méthanisation et de sa promotion comme source d'énergie renouvelable : <http://www.methanisation.info/valorisation.html>
- Site de l'association EDEN de promotion du biogaz - fiches techniques sur la méthanisation agricole : <http://www.eden-enr.org/>
- Site de l'association allemande du biogaz agricole : <http://www.fachverband-biogas.de/>
- Site du club biométhane : Développer des projets individuels (domestiques ou exploitations agricoles) de productions de bio-méthane dans un but économique, à partir de la fermentation de matières végétales. (expériences, nombreux liens, forums) : <http://biomethane.com>
- Site du projet européen de développement de la méthanisation agricole : <http://www.bioprofarm.eu/>

*Document réalisé par les Chambres d'Agriculture d'Aquitaine dans le cadre du programme SOLEA, financé par le Ministère de l'Agriculture - CASDAR*