



**HAL**  
open science

## Les coproduits en méthanisation : quel intérêt et quelle compétition avec l'alimentation animale ?

Benoît Rouillé, Charles Teinturier, Rim Chaabouni, Solveig Eudier, Maxime Lucas, Yannick Le Cozler

### ► To cite this version:

Benoît Rouillé, Charles Teinturier, Rim Chaabouni, Solveig Eudier, Maxime Lucas, et al.. Les coproduits en méthanisation : quel intérêt et quelle compétition avec l'alimentation animale ? : Étude bibliographique – Résultats d'enquête. 2015, 39 p. hal-01211062

**HAL Id: hal-01211062**

**<https://hal.science/hal-01211062>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Juillet 2015

Compte rendu 00 15 302 028

Département Techniques d'Elevage et Environnement

Service Productions Laitières

Benoît ROUILLE<sup>1,2</sup>, Charles TEINTURIER<sup>3,4</sup>, Rim CHAABOUNI<sup>5</sup>, Solveig EUDIER<sup>5</sup>, Maxime LUCAS<sup>5</sup>, Yannick LE COZLER<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Institut de l'Elevage, <sup>2</sup>Comité National des Coproduits, <sup>3</sup>Chambre d'agriculture 52, <sup>4</sup>ESA Angers, <sup>5</sup>Agrocampus Ouest,

<sup>6</sup>INRA UMR PEGASE-Agrocampus Ouest

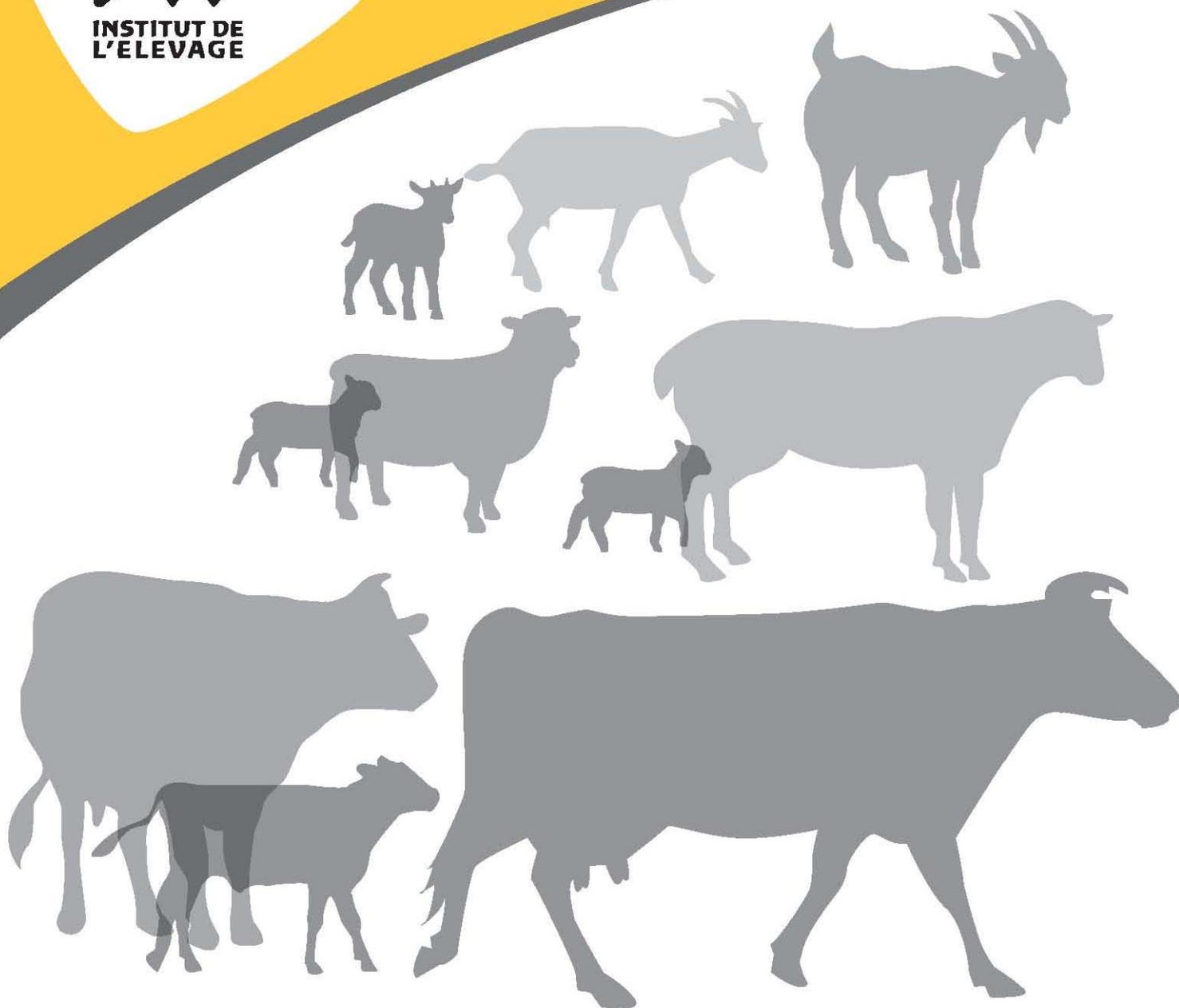
COLLECTION RÉSULTATS

# Les coproduits en méthanisation : quel intérêt et quelle compétition avec l'alimentation animale ?

## Etude bibliographique – Résultats d'enquête



INSTITUT DE  
L'ELEVAGE





Juillet 2015

Compte-rendu N° 00 15 302 028

Département Techniques d'Elevage et Environnement

Service Productions Laitières

Benoît ROUILLE<sup>1,2</sup>, Charles TEINTURIER<sup>3,4</sup>, Rim CHAABOUNI<sup>5</sup>, Solveig EUDIER<sup>5</sup>, Maxime LUCAS<sup>5</sup>, Yannick LE COZLER<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Institut de l'Elevage, <sup>2</sup>Comité National des Coproduits, <sup>3</sup>Chambre d'agriculture 52, <sup>4</sup>ESA Angers,

<sup>5</sup>Agrocampus Ouest, <sup>6</sup>Inra UMR PEGASE-Agrocampus Ouest

# **Les coproduits en méthanisation : quel intérêt et quelle compétition avec l'alimentation animale?**

***Etude bibliographique  
Résultats d'enquête***

Collection Résultats



# SOMMAIRE

<b>Résumé</b> .....	3
<b>I. La méthanisation à la ferme en France</b> .....	4
A. Introduction .....	4
B. La méthanisation : contexte et principes .....	4
1. Le développement de la méthanisation en Europe .....	5
2. La méthanisation à la ferme .....	7
C. Les coproduits en méthanisation .....	12
1. Substrats et co-substrats : quelles différences ? .....	12
2. Quelle(s) voie(s) de valorisation pour les coproduits ? .....	18
3. Les principaux enseignements.....	18
<b>II. Une enquête chez les éleveurs méthaniseurs</b> .....	19
A. Contexte de l'étude .....	20
B. L'éleveur, responsable de l'unité de méthanisation.....	21
C. Description de l'atelier d'élevage .....	22
D. L'unité de méthanisation .....	25
E. Les substrats provenant de l'exploitation .....	27
F. Les conditions d'utilisation des co-substrats en méthanisation .....	28
G. Impacts pour le secteur de l'alimentation animale .....	34
H. Une compétition réelle aujourd'hui ? .....	34
I. Conclusion .....	38
<b>Bibliographie</b> .....	39



## Résumé

La méthanisation est un procédé biologique naturel permettant de traiter des déchets et des coproduits fermentescibles tout en produisant une énergie renouvelable sous forme d'électricité et de chaleur ou de biométhane (injection dans le réseau gaz de ville ou comme biocarburant). Dans les unités de méthanisation à la ferme, les coproduits sont des co-substrats régulièrement utilisés. Pour établir une classification de ces coproduits, le critère principal est le pouvoir méthanogène, aussi appelé BMP (Biochemical Methane Potential). Celui-ci permet d'évaluer la capacité d'une matière fermentescible à produire du biogaz et donc de l'énergie. L'étude du BMP de certains coproduits permet de faire un état des lieux de l'intérêt des coproduits en méthanisation, mais aussi de mettre en avant les paramètres physicochimiques associés à un rendement énergétique intéressant.

En complément de l'étude bibliographique, une enquête a été réalisée pour percevoir le positionnement des éleveurs méthaniseurs sur la compétition entre la méthanisation et l'alimentation animale pour valoriser les coproduits. La grande majorité des éleveurs méthaniseurs pense qu'il est éthiquement inconcevable d'utiliser des co-substrats pouvant entrer dans l'alimentation animale. Le modèle allemand est d'ailleurs souvent contesté. Ils ne veulent aucunement tendre vers une utilisation de maïs seulement pour la méthanisation. Cependant, si des industriels se mettent à la méthanisation, ils n'auront certainement pas la même retenue.



# **I. La méthanisation à la ferme en France**

## **A. Introduction**

A la demande de l'Ademe, le Comité National des Coproduits a été chargé de réaliser un état des lieux de l'utilisation des coproduits ainsi que d'évaluer leur pouvoir méthanogène. Il existe de véritables tensions autour de la destination de la matière organique en France et avec les pays frontaliers comme l'Allemagne et la Belgique, ainsi qu'une concurrence réelle entre les différentes voies de valorisation des déchets organiques (épandage, compostage, extraction de matière, méthanisation, agrocarburants, élevage). Les tensions sont d'autant plus fortes que les autorités recherchent de plus en plus des sources d'énergies renouvelables permettant également d'écouler les déchets organiques : la méthanisation en est le parfait exemple. Ainsi, le marché de la matière organique s'ouvre à d'autres perspectives. Les produits habituellement utilisés en élevage dans l'alimentation animale peuvent donc être utilisés dans un autre contexte. De ce fait, il devient intéressant d'étudier la voie de valorisation privilégiée des matières organiques : l'élevage ou la méthanisation ?

L'activité de méthanisation connaît un fort développement en Europe. Les politiques ont pris conscience de l'intérêt de cette voie de valorisation des déchets en énergie renouvelable (électricité et chaleur). La vente de biométhane, de chaleur et d'électricité sont des activités valorisées par les gouvernements européens. La montée en puissance de la méthanisation implique notamment le développement en aval de la filière : le processus de méthanisation permet de valoriser différents produits et déchets d'origine agricole (effluents d'élevage, résidus de cultures), des déchets agroalimentaires, etc. De nombreux coproduits peuvent potentiellement être utilisés par cette voie. L'objectif de cette première partie est d'établir un état des lieux de l'intérêt de valoriser des coproduits en méthanisation.

Ce travail reprend dans un premier temps les grands principes de la méthanisation à la ferme et contextualise cette activité en Europe et en France. Ensuite, la place des coproduits dans la méthanisation actuelle est précisée pour enfin clôturer avec les résultats d'une enquête auprès d'éleveurs méthaniseurs pour juger de la compétition entre méthanisation et alimentation animale pour valoriser les coproduits.

## **B. La méthanisation : contexte et principes**

L'agriculture représente 18% des émissions de gaz à effet de serre en France (CITEPA, 2012). Le méthane, gaz à effet de serre onze fois plus réchauffant que le CO<sub>2</sub>, provient essentiellement de la digestion des ruminants et de la décomposition de la matière organique. Ce gaz peut être valorisé au sein des exploitations grâce à la méthanisation. La méthanisation agricole permet la production de chaleur et d'électricité renouvelable à partir du biogaz, issu de la dégradation anaérobie de matières fermentescibles. Elle constitue une alternative pour le traitement des déchets organiques tels que les effluents d'élevage, les résidus de récoltes, les déchets agroalimentaires, les déchets ménagers, etc.

Bien que la réglementation ait été simplifiée (ICPE) et adaptée à cette nouvelle activité agricole, l'installation et le fonctionnement d'une unité de méthanisation nécessitent de solides compétences techniques. Il s'agit d'une stratégie d'exploitation dans son ensemble. Installer une unité de méthanisation constitue un véritable projet de diversification. Se lancer dans la méthanisation est un investissement personnel mais surtout financier bien différents de l'éolien ou du solaire : il s'agit d'une activité agricole à part entière. La filière est bien structurée et s'appuie sur des organismes de conseil ayant de l'expérience. Les incidences de la méthanisation se voient à l'échelle de l'exploitation (conduite de la fertilisation et des intercultures, fourniture énergétique, etc.). A une échelle plus vaste, un tel projet se raisonne dans son environnement (partenariats avec d'autres exploitants ou des collectivités locales).

## **1. Le développement de la méthanisation en Europe**

En 2004, les Etats membres de l'Union européenne se sont investis dans des démarches politiques, réglementaires et financières pour la promotion des sources d'énergie renouvelables (Commission, La part des SER dans l'UE 2004) (ADEME, 2011). En 2008, l'Europe s'est engagée d'ici 2020 :

- à diminuer de 20 % les émissions européennes de gaz à effet de serre par rapport à 1990
- à atteindre 20 % dans le bouquet énergétique européen
- à améliorer de 20 % l'efficacité énergétique (limiter les pertes d'énergies) (Parlement Européen, 2009).

Au sein de l'Europe, on observe un développement inégal des installations de méthanisation à la ferme. Les principaux pays qui ont développé cette stratégie sont l'Allemagne et le Danemark. La Suisse, l'Autriche, le Portugal, l'Italie et la Finlande connaissent aussi un fort essor des installations de biogaz à la ferme. Avec 138 installations dont 71 en fonctionnement en mars 2012 (Charpiot et Dupré, 2012), la France qu'en à elle est un peu en recul, la faute au manque de savoir-faire, aux démarches administratives complexes et longues, aux investissements encore trop élevés (comparativement à l'Allemagne), au tarif d'achat de l'électricité peu avantageux et à la méconnaissance de cette énergie renouvelable par la population française.

En Europe, **l'Allemagne est l'acteur incontournable de la méthanisation**. Elle a décidé de sortir de l'électricité nucléaire, ainsi le gouvernement allemand privilégie la production d'électricité renouvelable, notamment par la méthanisation. En 2010, l'Allemagne comptait 5 905 unités, toutes méthanisations confondues (industrielle, décharge, agricole...). Pour 2011, 7 000 installations étaient attendues. Cependant, le développement industriel de la méthanisation allemande est freiné du fait de la hausse du prix du foncier et de la biomasse (ensilages, déchets) (Ministère de l'écologie, 2009). Malgré tout, l'Allemagne reste le principal pays à développer le biogaz à la ferme. La plupart des technologies et des installations présentent sur le marché sont allemandes ou danoises.

En 2004 puis en 2009, l'Allemagne a décidé d'accroître, jusqu'à atteindre 20 % au minimum en 2020, la part des énergies renouvelables dans sa fourniture d'électricité. Pour cela les cultures énergétiques telles le maïs ensilage, le sorgho et surtout l'herbe des bandes enherbées, associées à des effluents d'élevage ont été utilisés en méthanisation. Le problème qui se pose dès lors est la concurrence entre la production de biogaz et l'élevage. L'Etat allemand a décidé en janvier 2012, de limiter l'utilisation des cultures énergétiques, notamment l'utilisation du maïs, dans les unités de méthanisation.

**La méthanisation française est une filière en cours de construction.** En 2011, trois événements interviennent dans la filière : la méthanisation est reconnue comme activité agricole, la revalorisation des tarifs d'achat de l'électricité produite par le biogaz et la possibilité d'injecter le biogaz dans le réseau gaz. Ceci établit un contexte plus favorable qui permet de relancer des projets.

Dans le cadre du Paquet climat énergie, la France s'est fixée un objectif de 23 % d'énergie renouvelable dans sa consommation totale d'énergie. Pour cela la France doit atteindre une efficacité énergétique de 20 %. L'atteinte de ces objectifs passe notamment par l'amélioration des process. Le biogaz ne représente qu'une faible part dans l'objectif global. Cependant, la filière doit subir d'importantes évolutions pour que l'objectif soit atteint. D'ici 2020, il faudrait 800 à 1 000 unités agricoles, alors que fin 2011, on en comptait 48 (Charpiot et Dupré, 2012). Malgré tout la France ne souhaite pas suivre le modèle allemand, qui consiste à produire massivement de l'électricité avec du biogaz issu de la méthanisation de cultures énergétiques dont le maïs ensilage.

Tableau 1 : Production d'électricité d'origine renouvelable (puissance installée en MW)

	<b>2011</b>	<b>Objectifs 2020</b>
<b>Biogaz</b>	185 (0,5 % des ENR)	625 (1 % des ENR électriques)
<b>Hydraulique</b>	26 050	28 300
<b>Eolien</b>	6 830	25 000
<b>Total des énergies renouvelables (ENR)</b>	35 069	62 167

*Source : Ministère de l'écologie, 2009*

Tableau 2 : Le biogaz en France (2011)

<b>48 installations</b> de méthanisation agricole et territoriale, dont 41 individuelles et 7 territoriales (plusieurs structures agricoles). La puissance moyenne installée est de 130 kW pour les individuelles et de 570 kW pour les territoriales (moyenne globale de 200 kW).
<b>36 installations</b> sont en construction, pour une puissance électrique moyenne installée de 470 kW.
<b>80 installations</b> dans le secteur industriel, 60 en station d'épuration, 9 en centres de traitement d'ordures ménagères.

*Source : Atee 2011*

Le biogaz en France représente une puissance électrique installée de 170 MW. La place des installations agricoles dans la production de biogaz est mineure, elles arrivent derrière les centres d'enfouissement technique (majoritairement dans cette production), les stations d'épuration urbaines, les stations d'épuration industrielles et les unités de traitement des déchets ménagers.

La méthanisation à la ferme représente une puissance électrique installée de 5,2 MW. Les substrats traités à la ferme sont principalement :

- les lisiers et fumiers : 75 % des tonnages « entrants »
- les déchets issus des industries agroalimentaires : 15 % des tonnages « entrants »
- les cultures intermédiaires ou dédiées : 10 % des tonnages « entrants ».

Le biogaz est généralement valorisé en cogénération. Les installations françaises de méthaniseurs à la ferme sont de tailles variables, les puissances électriques installées varient de 30 kW à 600 kW (AILE, 2011).

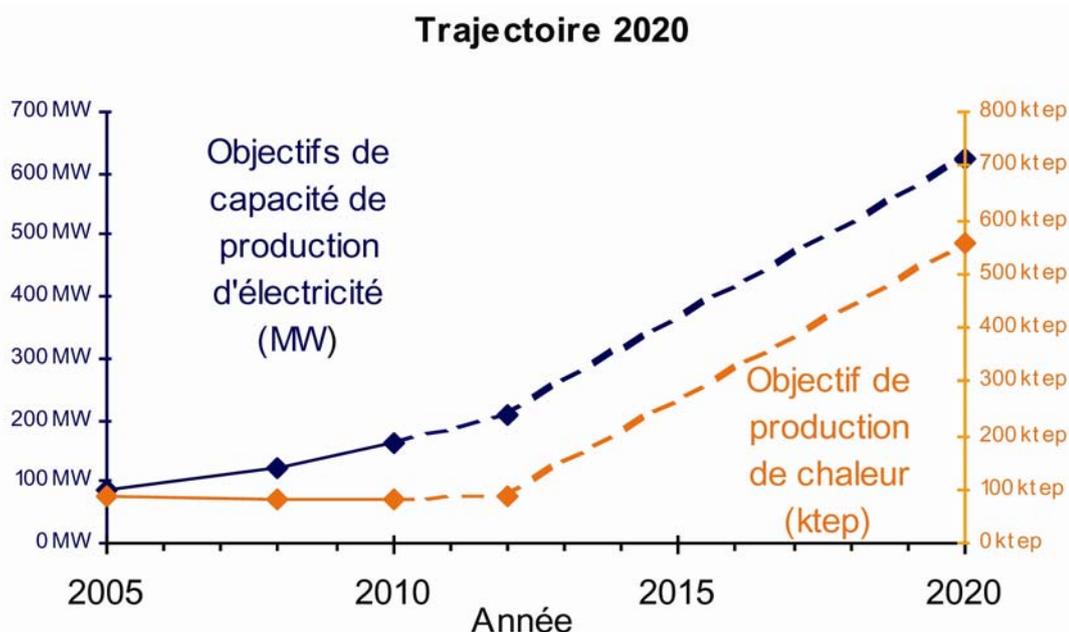


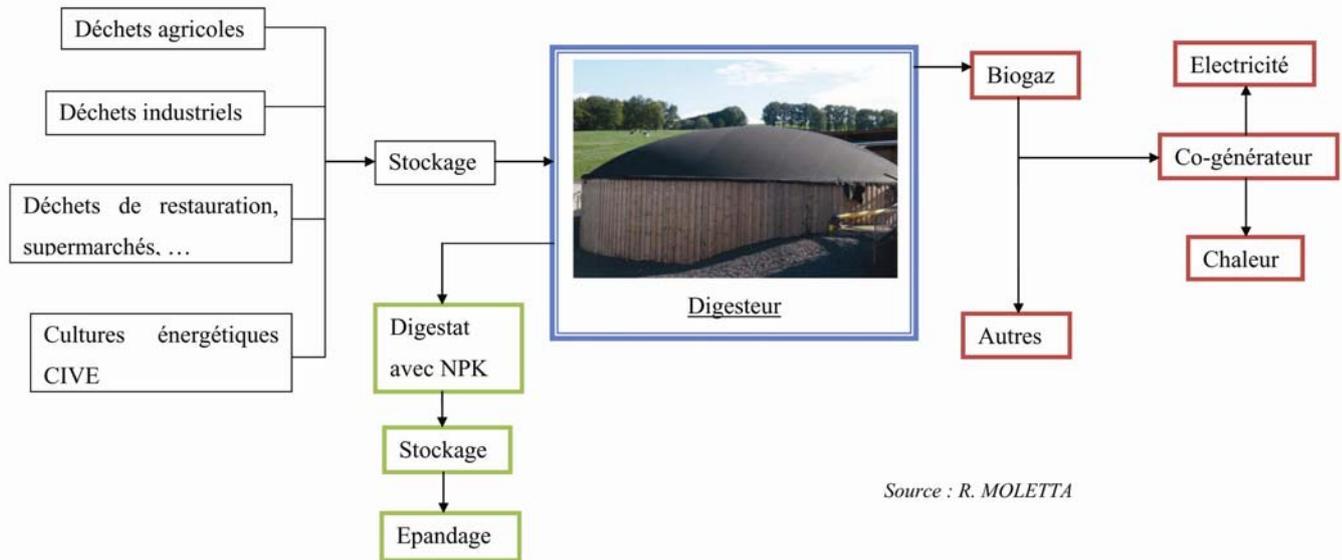
Figure 1 : Objectifs pour la filière méthanisation (Source : Pertuiset, 2011)

## 2. La méthanisation à la ferme

La méthanisation est un procédé biologique naturel de digestion anaérobie permettant de valoriser des matières organiques. Pendant 30 à 40 jours en moyenne, ces matières sont placées à l'intérieur d'une cuve, le digesteur, qui est chauffée et brassée en l'absence d'oxygène. Cette matière organique est mise en présence avec plusieurs types de micro-organismes. Suite à différentes réactions, détaillées dans la partie suivante, on obtient une source d'énergie renouvelable, le biogaz, et un fertilisant, le digestat. (AILE, 2011)

L'unité de méthanisation est le centre de production du biogaz. Son fonctionnement est le suivant :

- les matières organiques fermentescibles sont sélectionnées pour leur capacité à produire du biogaz lors de leur dégradation.
- à leur arrivée sur le site de l'unité, les substrats sont stockés.
- puis ils sont introduits dans un digesteur, c'est-à-dire une enceinte fermée où va se dérouler la dégradation anaérobie de la matière.
- la dégradation de la matière entraîne la production de biogaz et de digestat, c'est-à-dire de la matière digérée quasi inodore.
- le biogaz va être stocké quelques heures dans un gazomètre ou une géomembrane (partie supérieure du digesteur), avant d'être valorisé en cogénération.
- la cogénération va produire de l'électricité et de la chaleur.
- le digestat est stocké dans des cuves avant son épandage sur les terres agricoles.



**Le fonctionnement est totalement basé sur la maîtrise de la fermentation.** Elle utilise peu d'énergie pour fonctionner et produit un gaz valorisable. Elle nécessite généralement des températures au-dessus de 20 °C pour avoir des vitesses réactionnelles correctes. Il faut donc chauffer l'effluent. En général, la réaction se fait aux alentours de 35 °C (condition de température mésophile) ou de 55 °C (condition de température thermophile). Elle n'est donc pas adaptée aux effluents dilués froids car les quantités d'énergie nécessaires pour chauffer seraient trop importantes. Les charges organiques peuvent être très élevées (de 2 à 40 kg de DCO/m<sup>3</sup> de réacteur et par jour avec des taux d'épuration de 80 à 98 % sur la DCO). Elle est souvent considérée comme un prétraitement au regard des contraintes de rejet dans le milieu naturel dictées par la législation. Elle est bien adaptée au traitement des effluents déséquilibrés (limités) en N et P par rapport à la DCO au regard du traitement aérobic. Les micro-organismes ont une croissance lente, il faut donc les retenir dans le réacteur.

**Les principales catégories de procédés de méthanisation** sont les suivantes (Moletta R., 2008) :

- en fonctionnement discontinu. Ce sont plusieurs digesteurs en parallèle avec recirculation du lixiviat. Les temps de séjour sont de 2 à 3 mois. Le schéma de fonctionnement est reporté ci-dessous sur la figure.

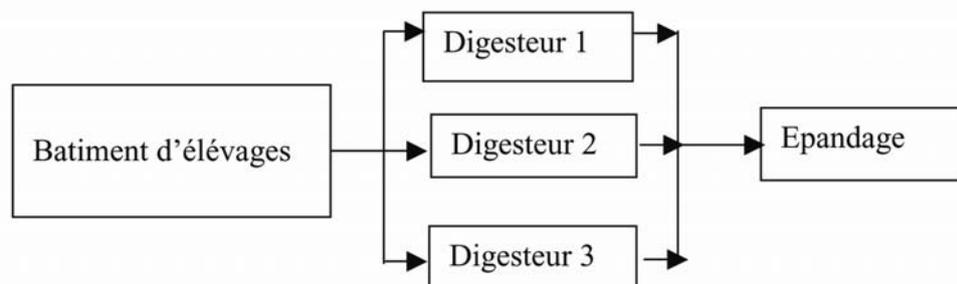


Schéma de la mise en œuvre de digesteurs en discontinu

- en fonctionnement continu (ou semi-continu). Dans cette stratégie, on distingue deux technologies différentes. La première est la mise en œuvre d'un brassage interne qui conduit à un réacteur dit « mélangé » et le second est plutôt du type « piston ».

Le digesteur type mélangé est le plus couramment utilisé dans les exploitations agricoles. Dans ce système un brassage est réalisé par un système à pales. Comme le montre la figure suivante :

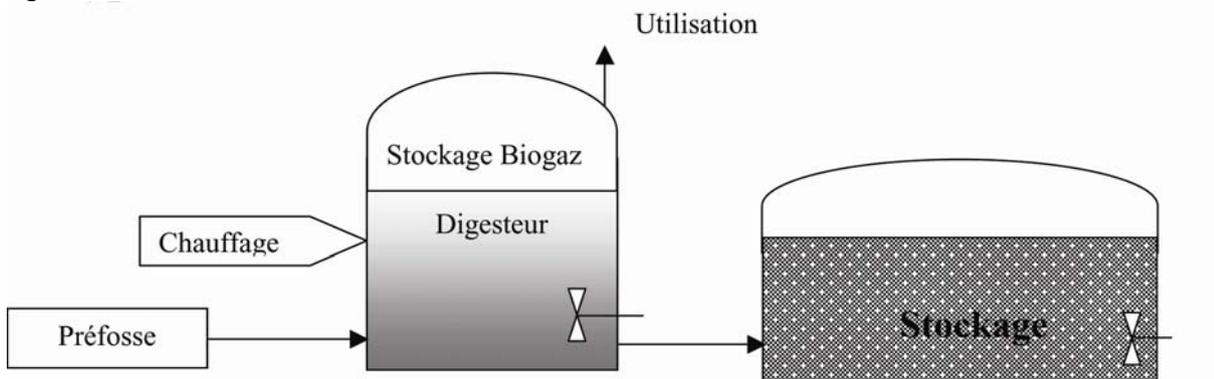
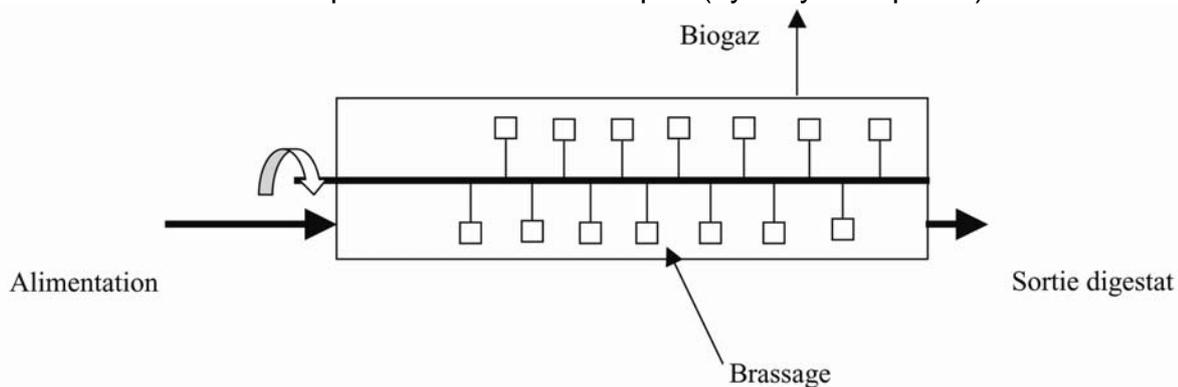


Schéma d'un réacteur mélangé

Dans le digesteur type piston, un système cylindrique où le substrat avance sous l'influence de pales est mis en oeuvre. Il est représenté sur la figure suivante. Ils sont souvent associés à des procédés en deux étapes (hydrolyse séparée).



Digesteur type piston pour traiter des déchets agricoles

Les bactéries de la méthanisation se distinguent en quatre groupes selon la réaction qu'elles entraînent. Ces réactions se succèdent dans le temps pour une molécule, mais à l'échelle d'un méthaniseur, elles ont lieu au même moment. Ainsi **les quatre étapes biologiques nécessaires** sont :

L'hydrolyse : la dégradation des molécules complexes (polymères) en monomères.

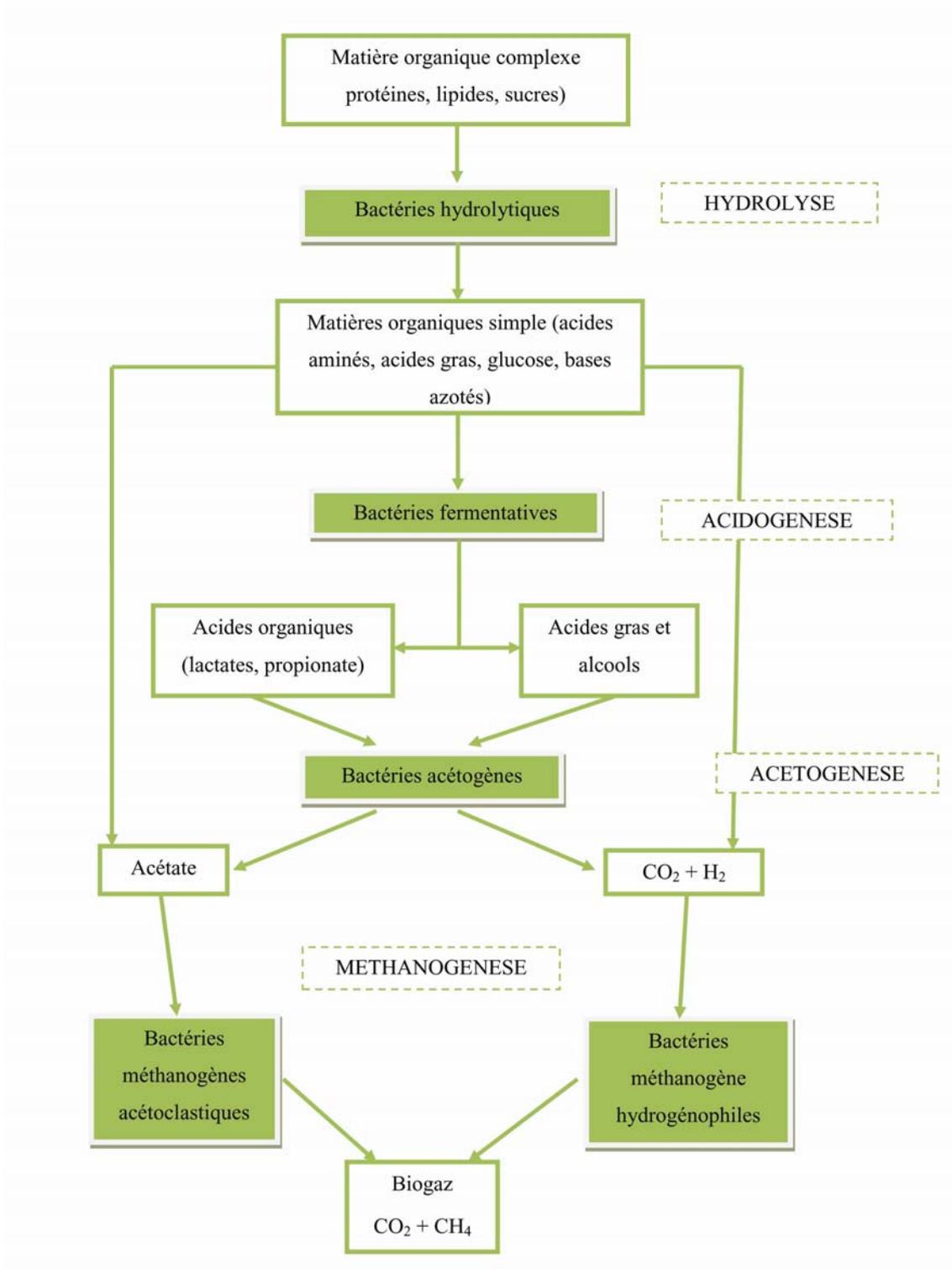
L'acidogénèse : la transformation des monomères de l'hydrolyse en acides gras volatiles, alcool, acides organiques, hydrogène et dioxyde de carbone.

L'acétogénèse : la formation de l'acétate, l'hydrogène et le gaz carbonique, précurseurs directs du méthane, à partir des composés issus de l'acidogénèse.

La méthanogénèse : la transformation des produits de l'acétogénèse en méthane.

La production du méthane est donc issue d'un ensemble complexe de réactions.

On considère que le digesteur peut être assimilé à un rumen de ruminant. Si on a une modification brutale de la ration qui entre dans le digesteur, on a un risque d'acidose. L'hydrolyse et l'acidogénèse sont affectées par le changement de ration. Dès lors les molécules qui arrivent pour la phase d'acétogénèse ne sont plus les mêmes et provoquent une diminution du pH dans le digesteur. Le système est bloqué, la flore bactérienne perd en efficacité du fait de l'acidification du milieu, la production de biogaz chute.



Le **biogaz se compose principalement de méthane et de dioxyde de carbone**, il présente des risques : il est toxique et corrosif.

Tableau 3 : Composition du biogaz, source la méthanisation à la ferme

	Teneur	Risques
CH <sub>4</sub>	50 à 65%	Explosif sous conditions (5 à 15 % de méthane dans l'air et source de chaleur supérieure à 535° C)
CO <sub>2</sub>	35 à 45%	
H <sub>2</sub> S	Traces	Corrosif, toxique
Eau	Saturation	Corrosif
Eléments traces dont H <sub>2</sub> , Siloxanes...	Traces	Corrosif

Le biogaz est stocké à pression atmosphérique en général dans une géomembrane fixée au dessus du digesteur ou du post digesteur. La capacité de stockage est d'environ 5 heures. Les gazomètres sont très utilisés et permettent un stockage plus important.

La plupart des installations à la ferme utilisent la cogénération comme valorisation énergétique. Le biogaz produit est envoyé, après avoir été désulfurisé, vers un module de cogénération. La cogénération consiste à brûler le biogaz dans un moteur thermique qui produit de l'électricité en dégageant de la chaleur.

L'électricité produite est vendue à EDF. Pour ce qui est de la chaleur, la première de ces utilisations est le chauffage du digesteur (20 à 30 % de la chaleur produite). La chaleur peut également servir au sein de l'exploitation (chauffage d'un atelier hors sol, séchage des fourrages, serres, activité de transformation, etc.). La seule contrainte est la proximité de l'installation qui bénéficiera de cette énergie. En cogénération, plus la quantité de chaleur valorisée est importante, plus l'électricité produite bénéficie d'un tarif d'achat avantageux.

**Le digestat est un fertilisant intéressant en agriculture.** Il est composé de matières organiques résiduelles, de minéraux dissous et d'eau qui proviennent des substrats introduits dans le digesteur. Ce digestat brut est stocké dans une fosse connectée au digesteur. Lors de la digestion, cette matière résiduelle est désodorisée, la proportion de germes pathogènes et de graines d'adventices seraient limitées grâce à au couple température/temps de séjours appliqué lors des fermentations. Le digestat brut constitue un amendement et un engrais complet qui conserve les teneurs en N P et K des substrats. Cependant, la valeur fertilisante du digestat serait supérieure aux intrants initiaux du fait d'une augmentation de la proportion d'azote ammoniacale. Cette valeur est permise par la fraction ligneuse, nécessaire dans le processus d'humification des sols. Il est possible d'épandre le digestat brut mais une séparation de phase peut être effectuée préalablement, on obtient alors la fraction solide et la fraction liquide :

Fraction liquide : elle est riche en azote ammoniacal (provenant de la fermentation de la matière azoté organique). Elle se substitue à un engrais minéral.

Fraction solide : elle est concentrée en matière organique et en phosphate et potassium. C'est un bon amendement de fond.

La séparation de phase permet une gestion plus fine de la fertilisation. Il existe des procédés de séchage du digestat pour les exploitations ayant une faible capacité d'épandage. On obtient une matière déshydratée plus facile à exporter. L'utilisation des digestats de la méthanisation constituerait une alternative aux modes de fertilisations conventionnelles mais des études doivent encore être menées pour pouvoir émettre des recommandations fiables.

## C. Les coproduits en méthanisation

### 1. Substrats et co-substrats : quelles différences ?

Par substrats il est entendu les matières formant la base de la ration du digesteur qui entrent dans le méthaniseur. Par co-substrats, il est entendu celles qui sont extérieures à l'exploitation agricole :

Substrats agricoles : lisier, fumier, fientes, eaux blanches et vertes, résidus de cultures, de silos, cultures intermédiaires, etc.

Co-substrats : huiles, fane de pomme de terre, fanes de betterave, résidus de légumes et fruits, déchets de distillerie, résidus de thé, lactosérum, fleurs, tonte, boues de station d'épuration d'IAA, déchets de process d'IAA, déchets de restauration, etc.

Les apports agricoles ne sont pas suffisants pour une production rentable de biogaz. On leur associe donc des co-substrats d'origines diverses pour augmenter la capacité méthanogène de la ration. On parle alors de co-digestion. Lorsqu'elles existent, les redevances de traitement payées à l'agriculteur par les producteurs de déchets représentent un revenu supplémentaire.

Les fournisseurs potentiels de ces co-substrats sont les industries agro-alimentaires, les collectivités, les coopératives, les grandes et moyennes surfaces, les gestionnaires de matières organiques, etc. Une condition nécessaire à l'utilisation de co-substrats est la distance : ils doivent être suffisamment proches de l'exploitation (de 10 à 30 km suivant sa valeur énergétique et économique). Les substrats doivent être propres et sans indésirables (bois, plastiques, etc.) et sans antibiotiques, ni détergents.

A propos des sous-produits animaux la réglementation européenne (1069/2009) distingue trois catégories :

- les sous-produits de catégorie 1 : non autorisé en méthanisation
- les sous-produits de catégorie 2 ou 3 : stérilisation (133°C, 20 min, 3 bars) ou hygiénisation (70°C, 1 h) pour une grande partie des substrats de catégorie 2 et la totalité des produits de la catégorie 3 (présentant un risque potentiel de contamination liées aux bactéries pathogènes pour l'homme)

C'est l'autorité compétente qui jugera du risque de propagation d'une quelconque maladie grave transmissible pour les catégories 2 et 3. Toutefois, la plupart des déchets organiques agricoles non transformés peuvent être méthanisés (sauf les déchets ligneux tels que le bois) (AILE, 2011) :

- les effluents d'élevages : lisiers, fumiers, litières, fientes...
- les cultures énergétiques : grande culture, algues vertes...
- les tourteaux de colza, de tournesol...
- la surproduction de lait, de fruits et de légumes
- les déchets verts issus de l'entretien des vergers : rafles, paille de maïs, herbe, marcs, petit lait...
- les céréales traitées déclassées...

Les graisses possèdent le plus fort potentiel et constituent un excellent substrat (tourteaux) ou co-substrat (déchets de restauration, graisses usagées). Quoiqu'il en soit, des tests doivent être effectués sur les déchets à traiter pour connaître leur potentiel de méthanisation, et donc calculer la rentabilité de l'installation. 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...).

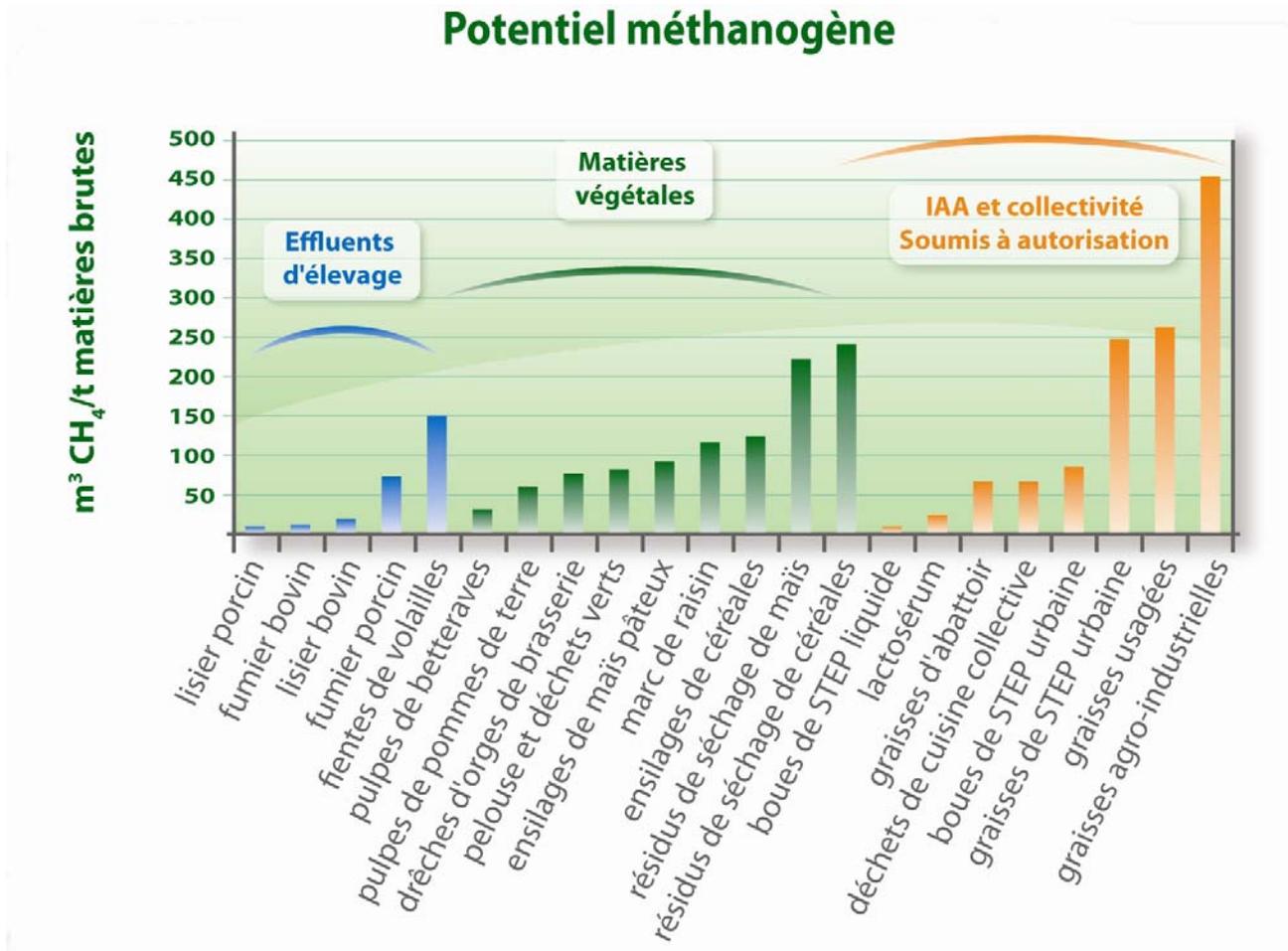
- au plan agronomique : actualisation du bilan de fertilisation.
- au plan réglementaire : statut du substrat, règlement sanitaire, plan d'épandage, statut de l'installation au regard de la loi sur les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

On constate qu'il existe un panel très important de matières organiques qui peuvent entrer dans un méthaniseur. Le tout est d'élaborer une ration équilibrée pour le digesteur. Les principaux paramètres qui déterminent l'équilibre de la ration sont : le taux de graisses, le taux de protéines, la concentration en ammonium et le rapport C/N. Une ration déséquilibrée peut entraîner une baisse de production de biogaz voire un arrêt du processus biologique.

Il existe donc plusieurs facteurs qui entrent en ligne de compte dans le choix des substrats et des co-substrats à incorporer dans une unité de co-digestion : la présence d'industries proches de l'unité de méthanisation pour la fourniture en co-substrats, le prix des matières, leur disponibilité dans le temps (saisonnalité). Mais le facteur le plus important est probablement la composition physico-chimique du produit qui détermine son utilité dans la production de biogaz.

**Le pouvoir méthanogène est très variable selon les matières premières.** Les substrats ont un pouvoir méthanogène (Biochemical Methane Potential, BMP en anglais) plus ou moins important, c'est-à-dire que leur dégradation produira plus ou moins de méthane et donc d'énergie. Plus un substrat est riche en sucre, protéine et lipide, plus il est méthanogène. Les substrats les plus gras sont une excellente source de méthane mais il ne faut pas en mettre en trop grande quantité pour respecter l'équilibre biologique du mélange, notamment par rapport au pH (risque d'acidose du fermenteur). Il est important de préciser que le pouvoir méthanogène est la donnée qui définit le prix d'une matière organique (Ademe, communication personnelle).

Figure 2 : Des substrats à l'énergie (source : la méthanisation à la ferme ADEME, AILE, SOLAGRO, TRAME)



Afin d'établir le pouvoir méthanogène (PM) d'un substrat il faut le caractériser selon des critères physico-chimiques. Tout d'abord, dans le cadre d'une unité de méthanisation, on quantifie les matières apportées en tonne de matière par an. Seulement plusieurs critères peuvent être utilisés pour quantifier cette matière : on peut raisonner en tonne de matière humide, ce qui pose un problème puisque la quantité d'eau d'un substrat est très variable, même pour un composé réputé connu. Une autre information importante est le taux de matière sèche (MS), on ne tient pas compte de la part d'eau de la matière considérée. On tient aussi compte de la matière volatile (MV), il s'agit de la part de matière qui a été calciné. Cette donnée physique s'apparente à la matière organique (MO). Pour les composés liquides, on caractérise le flux selon la demande chimique en oxygène (DCO), c'est-à-dire la quantité nécessaire pour oxyder complètement un composé. Plus généralement, on peut calculer une DCO dès lors que l'on connaît la formule brute d'un composé (Buffière et Bayard, 2010).

Concernant l'établissement du BMP des produits, il faut savoir qu'il existe une grande variabilité des mesures (de 50 à 200 %) selon la méthode utilisée par les laboratoires d'analyses. Un groupe de travail regroupant des membres des 4 laboratoires français à été créé pour harmoniser les méthodes d'analyse du pouvoir méthanogène.

Un autre facteur important dans l'évaluation d'un composé : sa biodégradabilité (BD). Dès lors que l'on connaît la DCO et le pouvoir méthanogène d'un produit alors on peut estimer sa biodégradabilité. Pour la calculer, on établit un pouvoir méthanogène maximum théorique ( $PM_{max}$ ) à partir de la mesure de la DCO d'un produit. Par ailleurs on mesure son PM réel. La BD est obtenue par le rapport entre PM et  $PM_{max}$ . Cette donnée est intéressante puisqu'elle permet de connaître la quantité de méthane qu'il est possible de produire à partir d'une certaine quantité de matière, mais également d'estimer la masse résiduelle de produit qui ne sera pas affectée par la méthanisation. Il existe un certain nombre de composés difficilement biodégradables, les composés inertes (plastique) et lignocellulosiques sont les principaux. Les composés inertes, par nature, ne peuvent pas intervenir dans des réactions biologiques. Pour ce qui est de la lignine, c'est un composé qui forme une couche protectrice sur la cellulose. Ainsi elle bloque l'action des enzymes cellulolitiques.

Une base de donnée créée par l'Ifip reprend et réestime différentes valeurs, dont celle du pouvoir méthanogène, pour différentes catégories d'aliments : elle comprend aussi bien des cultures et des ensilages avec des fourrages, des céréales ou encore des oléoprotéagineux, que des déchets d'industrie ou de collectivités. Ces données sont accessibles sur le web au travers du logiciel Méthasim (<http://methasim.ifip.asso.fr/>). Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur des déchets issus de l'industrie agroalimentaire et plus particulièrement sur des produits végétaux. L'effectif total de ces coproduits est de 71. La base présente différents paramètres d'analyse, nous avons choisi de conserver les paramètres suivants pour notre étude : le taux de matières sèches en pourcentage de matières brutes (TMS), le taux de matière organique en pourcentage de matière sèche (TMO), la digestibilité de la matière organique en pourcentage (dMO), le taux de méthane en pourcentage de biogaz (TMeth) et enfin la variable la plus importante le pouvoir méthanogène en  $m^3$  de  $CH_4/tMO$  (PouvMeth). Dans le cas de cette base de données le pouvoir méthanogène a été calculé à partir de la matière organique (volume  $CH_4 / MO$ ). Au vu de la bibliographie et de l'avis de l'ADEME l'établissement du BMP par rapport à la MO est pertinent puisque se sont deux paramètres positivement corrélés. On peut également trouver une expression du BMP en fonction de la MV, seulement MO et MV sont deux paramètres équivalents. Certaines valeurs du BMP utilisées dans des articles de vulgarisation sont exprimées en fonction de la MB. La valeur de BMP ainsi obtenue est très peu représentative de la quantité de biogaz réellement produite par tonne de matière. Le tableau suivant permet de mieux caractériser l'échantillon :

Tableau 4 : Tableau descriptif de l'échantillon

n=71	TMS (en% de MB)	TMO (en% de MS)	dMO	PouvMeth ( $m^3$ $CH_4 / t$ MO)	TMeth (en % de biogaz)
Moyenne	59,82	90,55	76,70	389,44	59,15
Ecart type	36,51	9,46	15,78	135,27	7,58
Médiane	87,30	93,00	80,65	372,46	57,30
Min	1,60	37,32	20,00	78,78	48,25
Max	98,67	100,00	96,00	1168,73	85,80

71 données sont disponibles, chacune caractérisée par cinq paramètres. Tout d'abord une Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée afin de décrire ces données et d'établir des liens entre ces cinq variables. La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis de constituer des classes regroupant des individus ayant des caractéristiques proches. Un regroupement des données en sept classes a été retenu. Cette classification explique 73% de la variabilité de l'échantillon ( $R^2$ ). Cette valeur semble satisfaisante au regard d'une classification à cinq rangs qui possède un  $R^2$  de 62%.

Tableau 5 : Tableau descriptif des sept classes obtenu après CAH

			TMS (en% de MB)	TMO (en% de MS)	dMO	PouvMeth (m3 CH4 / t MO)	TMeth (en % de biogaz)
Effectif	1	Moyenne classe 1	1,60	79,40	95,00	1168,73	60,00
Effectif	19	Moyenne classe 2	17,32	89,70	82,98	405,25	58,77
Effectif	3	Moyenne classe 3	17,85	92,10	77,62	374,08	78,69
Effectif	15	Moyenne classe 4	89,54	92,56	88,63	470,05	61,01
Effectif	23	Moyenne classe 5	88,69	95,69	75,99	350,53	53,83
Effectif	8	Moyenne classe 6	47,47	84,48	47,38	238,59	58,41
Effectif	2	Moyenne classe 7	50,16	52,02	42,50	318,75	83,20
<b>Total</b>	<b>71</b>						

La **classe 1** ( $n= 1$ ), est caractérisée par son **pouvoir méthanogène très fort**. Le co-produit qui la forme est l'eau d'amidonerie. Il s'agit d'un co-produit aux caractéristiques particulières, on peut donc s'interroger sur la pertinence de cette classe.

La **classe 2** est caractérisée par une **dMO supérieure** à la moyenne générale de l'échantillon et un **TMS nettement inférieur** à la moyenne générale. Exemple : drêches d'orge de brasserie, résidus de distillation de céréales, pulpe de pommes de terre, etc.

La **classe 3** est caractérisée par un **TMeth supérieur** à la moyenne générale et un **TMS comparable** à celui de la classe 2. Exemple : pulpes de céréales, etc.

La **classe 4** est caractérisée par un **TMS, une dMO et un PouvMeth supérieurs** aux moyennes générales respectives. Exemple : tourteaux et huiles d'oléagineux et de protéagineux, gluten de maïs, etc.

La **classe 5** elle est caractérisée par un **TMS et un TMO supérieures** aux moyennes générales respectives. Exemple : diverses farines de céréales, pulpe de betterave déshydraté, etc.

La **classe 6** est caractérisée par un **PouvMeth et une dMO faibles** par rapport aux moyennes générales respectives. Exemple : pulpe de paume, marc de raisin, etc.

La **classe 7** est caractérisée par un **TMeth et une dMO supérieures** aux moyennes générales respectives et un TMO inférieure à la moyenne générale. Les deux co-produits sont la terre de décoloration d'huile alimentaire et les boues de step liquides industrielles.

Une ANOVA a été réalisée entre les moyennes des sept classes pour les cinq paramètres. Le tableau suivant présente les catégories de coproduits que l'on peut effectuer selon le critère du pouvoir méthanogène.

Tableau 6 : Hiérarchisation des classes de coproduits obtenues

Variable	Classe	Moyenne		
PouvMETH	1	1168,73	e	
	4	470,05	f	450 et plus
	2	405,25	a	370 à 450
	3	374,08	ab	
	5	350,53	b	350 à 370
	7	318,75	abc	350 et moins
	6	238,59	c	

Chaque couleur représente une classification possible. La classe 1 peut-être mise à part puisqu'elle est constituée d'un seul coproduit au pouvoir méthanogène très fort. La classe 4 semble être une catégorie de coproduit très intéressant du point de vue du pouvoir méthanogène. Les classes 2 et 3 ont un pouvoir méthanogène légèrement inférieure à la classe 4 et possèdent un taux de matière sèche faible (17.5 % de MS). La classe 5 possède des coproduits que l'on pourrait qualifier d'intermédiaires en terme de BMP. Les classes 6 et 7 comptent les co-produits aux pouvoirs méthanogènes les plus faibles, ils ont une caractéristique commune : des dMO faibles.

Si l'on se reporte à la base initiale de travail et que l'on regarde les valeurs du pouvoir méthanogène de produits comme les ensilages de plantes fourragères, on arrive à des valeurs inférieure à 300 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO (moyenne de l' échantillon : 289,56 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO avec n=18). Par exemple si on prend les ensilages de maïs et les ensilages d'herbe (respectivement 303 et 320 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO), on se rend compte que les produits de la classe 6 et 7 sont plus intéressant que ces fourrages initialement utilisés pour l'alimentation bovine. De manière plus générale, à propos des ensilages de céréales, de fourrages et d'oléoprotéagineux, dont la moyenne globale est de 329,13 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO (n=32), il apparait que ces produits ont un BMP plutôt faible. De plus, ces ensilages étant principalement utilisés en alimentation bovine, et en se basant sur le critère BMP, on peut penser que les coproduits sont plus intéressant que des ensilages en méthanisation. On relève néanmoins que le triticale et l'orge ont des valeurs intéressantes : respectivement 522 et 492 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO, ce qui les place dans l'ordre de grandeur de la classe 4 de notre étude. La betterave est également un produit intéressant avec un BMP de 558 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO. Une remarque au sujet des oléoprotéagineux, utilisés en plante entière, on peut supposer que le taux de lignine important entraine un BMP faible. Alors que si on s'intéresse uniquement aux graines d'oléagineux, avec leur taux en huile important, le BMP est nettement plus élevé (503 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO pour les graines de tournesol et 444 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO pour les graines de colza).

Il existe des coproduits animaux tels que le lactosérum, le lait, les graisses d'abattoir ou encore les farines animales possèdent un BMP très important : 523,16 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO (n=18). Le seul problème est que pour ce type de co-substrat la réglementation est stricte. Le digestat obtenu à partir des déchets animaux doit impérativement être hygiénisé ou stérilisé.

Le pouvoir méthanogène des déchets de collectivité (boues de station d'épuration, algues vertes etc.) est très élevé : 440,42 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t MO (n=15). Il faut néanmoins relativiser les tests faits sur cet échantillon : nous nous sommes occupés du pouvoir méthanogène, cependant d'autres paramètres physico-chimiques et pratiques peuvent entrer en ligne de compte pour juger du pouvoir méthanogène effectifs d'un coproduit lorsqu'il est utilisé dans une unité de méthanisation (biodégradabilité, transport du substrat, équilibre biologique à l'intérieur du digesteur, etc.).

## **2. Quelle(s) voie(s) de valorisation pour les coproduits ?**

D'une manière générale les coproduits aux fortes dMO et TMS et bien sûr au BMP élevé se révèlent intéressants à valoriser dans les méthaniseurs d'un point de vue rendement énergétique. Néanmoins, il faut vérifier la compatibilité du co-substrat avec la ration du digesteur. En effet, le BMP n'est pas le seul paramètre dont il faut tenir compte pour incorporer un substrat ou un co-substrat dans une ration. Le fonctionnement d'un digesteur étant très proche de celui d'un rumen, l'équilibre microbien est décisif. Quelque soit la matière considérée, il est peu fréquent que celle-ci possède toutes les caractéristiques physico-chimiques permettant d'obtenir un équilibre en microorganisme dans le digesteur. Une matière, même si elle permet un rendement important en biogaz, est potentiellement la source d'une modification des facteurs physicochimiques du contenu du digesteur. Ainsi, elle risque de provoquer un arrêt de la production de biogaz. Les modifications du milieu ayant changées, les microorganismes ne supportent pas ces variations brutales des conditions physicochimiques (souvent une acidification dans le digesteur), dès lors le processus de méthanisation s'arrête. De plus, l'apport d'une matière fermentescible peut modifier l'équilibre en carbone ou en azote ou la consistance du contenu du méthaniseur (risque d'un taux de MS trop important dans un digesteur en infiniment mélangé et un contenu de digesteur trop liquide en voie sèche).

Finalement pour choisir un substrat ou un co-substrat il ne faut pas s'arrêter uniquement sur le BMP mais aussi tenir compte des différents paramètres, cités précédemment, qui pourront influencer sur la ration.

## **3. Les principaux enseignements**

Tous les coproduits fermentescibles cités précédemment peuvent entrer dans la ration d'un digesteur, excepté les produits animaux de classe 1, non autorisés pour des raisons sanitaires. Il est généralement admis que les matières fermentescibles riches en huile permettent une production importante de biogaz. Par rapport au critère que nous avons étudié : le pouvoir méthanogène, les coproduits ayant une forte dMO, un fort taux de MS et un BMP élevé sont intéressants pour la production de biogaz. Cependant tous ne peuvent pas être utilisés dans des unités de méthanisation à la ferme. Il peut exister des contraintes de types géographiques (distance entre une usine et une exploitation inférieure à 50 km), financières (le prix d'achat du coproduit, souvent indexé par rapport à son BMP), physicochimiques (veiller au bon équilibre de la ration apporté dans le méthaniseur, obtenir un pH compris entre 6,5 et 7,5).

Dès lors qu'un produit possède un BMP fort il devient très intéressant, les distances parcourues et prix augmentent. La mise en adéquation de ces trois facteurs détermine l'intérêt et la rentabilité de l'unité de méthanisation à la ferme.



## II. Une enquête chez les éleveurs méthaniseurs

La méthanisation à la ferme permet la production d'électricité à partir de biogaz. Le plus souvent, la chaleur produite est aussi valorisée. Le biogaz provient de la dégradation anaérobie de matières fermentescibles issues des effluents d'élevage, des résidus de récoltes, des déchets agroalimentaires ou encore des déchets ménagers. La méthanisation constitue ainsi une alternative aux pratiques habituelles (incinération, compostage...) pour le traitement de ces déchets organiques.

Pour réaliser cette valorisation, les éleveurs méthaniseurs utilisent des substrats provenant de leurs exploitations agricoles et des co-substrats qui sont extérieurs à la ferme. De nombreux coproduits peuvent potentiellement être utilisés. Les coproduits correspondent à une partie des co-substrats. La valorisation des déchets organiques en énergie est aujourd'hui une priorité clairement affichée par l'Europe et la France. Les activités liées à la vente d'électricité, de biométhane (biogaz épuré pour l'injection) et de chaleur sont soutenues financièrement par les états. En France, la méthanisation à la ferme est en plein développement mais se heurte aux autres voies de valorisation des déchets organiques : épandage, compostage, agrocarburants, alimentation animale... Ainsi, les produits habituellement utilisés en élevage pour l'alimentation animale peuvent être utilisés dans un autre contexte. La méthanisation à la ferme doit aussi faire face au développement d'autres types de méthanisation.

A la demande de l'Agence gouvernementale De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), le Comité National des Coproduits (convention Ademe/Institut de l'Élevage), a effectué un travail bibliographique afin d'acquérir une meilleure connaissance des voies de valorisation privilégiées des coproduits au sein des exploitations agricoles (Annexe 1). Pour compléter ce travail et mieux connaître les pratiques d'utilisation des co-substrats, les attentes et les craintes en élevage, une enquête téléphonique a été réalisée auprès de 26 éleveurs méthaniseurs français. Ce « Recensement des pratiques d'utilisation des co-substrats par les éleveurs méthaniseurs » avait plusieurs objectifs :

- évaluer le profil de l'éleveur méthaniseur et de l'unité de méthanisation
- comprendre l'utilisation des co-substrats à la ferme
- évaluer la compétition éventuelle entre méthanisation et alimentation animale.

## A. Contexte de l'étude

L'étude s'est déroulée de septembre 2013 à février 2014 et a été supervisée par Benoît Rouillé, au service Productions Laitières de l'Institut de l'Élevage et Comité National des Coproduits.

Les questions auxquelles a tenté de répondre l'étude sont :

- quelles sont les conditions d'utilisation des co-substrats en méthanisation (avantages, inconvénients, risques) ?
- dans quel contexte économique des co-substrats sont-ils susceptibles de changer de filière ?
- quel peut-être l'impact pour le secteur de l'alimentation animale ?

Pour procéder à l'enquête, un questionnaire a été conçu autour d'une quarantaine de questions fermées, semi-ouvertes ou ouvertes. Il est organisé en cinq parties :

- informations générales de l'éleveur méthaniseur
- informations générales de la ferme
- description de l'unité de méthanisation
- utilisation de co-substrats
- compétition entre méthanisation et alimentation animale

Ce recensement devant être effectué par téléphone, le questionnaire a été limité à 15 minutes. Afin de s'assurer de la bonne compréhension des questions et de leur pertinence, le questionnaire a été testé auprès d'un agriculteur méthaniseur, François Trubert, rencontré sur son exploitation. De plus, les éleveurs méthaniseurs contactés ont été prévenus par mail à l'avance.

Le site internet de l'Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France (AAMF) propose une carte de répartition de ses membres, avec adresses et numéros de téléphone (site de l'AAMF, a.). Cela a constitué une première partie du listing. L'utilisation de ces seuls contacts pouvait présenter un biais en termes de représentativité de l'activité de méthanisation. En effet, les Agriculteurs Méthaniseurs de France s'inscrivent dans une démarche associative. Ils se réunissent régulièrement pour discuter des problèmes et des orientations de cette filière. C'est pourquoi d'autres recherches ont été réalisées afin d'enrichir le listing. Des Chambres d'Agriculture Départementales et Régionales (Annexe 5) et le club Biogaz (site du club Biogaz, b.) ont été contactés. Au total, les coordonnées de 111 éleveurs méthaniseurs ont été récupérées (Annexe 6).

Enquêtes téléphoniques et sélection des données

Les enquêtes téléphoniques ont été réalisées du 4 novembre au 20 décembre 2013. 78 éleveurs méthaniseurs ont été appelés sur les 111 contacts obtenus. Une partie des éleveurs n'ont pas été appréhendés parce qu'il manquait soit des informations téléphoniques soit du temps. Parmi les éleveurs contactés, 8 ne souhaitent pas être enquêtés (sollicitations trop fréquentes, ils ne voyaient pas l'utilité de l'enquête pour eux), 26 ont accepté de répondre au questionnaire (23% du nombre de contacts initial) et le reste des éleveurs n'ont pas pu être joints malgré les messages vocaux qui leur ont été laissés. Les questionnaires complétés ont été saisis dans une base de données commune (logiciel Excel).

Les unités de méthanisation retenues pour l'analyse ont les caractéristiques suivantes :

- la production de biogaz est en cours
- il existe une compétition possible entre la méthanisation et un atelier élevage
- l'éleveur est lui-même responsable de son unité de méthanisation

Parmi les 26 questionnaires complétés, trois n'ont pas été pris en compte dans l'analyse car deux correspondaient à des unités de méthanisation liées à plusieurs exploitations agricoles (modèle ne rentrant pas dans les critères des exploitations étudiées) et un questionnaire concernait une unité de méthanisation qui n'était pas encore en service. Finalement, les exploitations agricoles retenues sont au nombre de 23 et réparties dans 12 régions.

A l'aide du logiciel Excel, des analyses descriptives des données obtenues ont été réalisées. De plus, des analyses des correspondances multiples (ACM) et une classification ascendante hiérarchique (CAH) ont été menées à partir du logiciel R. Le profil de l'éleveur méthaniseur français

### B. L'éleveur, responsable de l'unité de méthanisation

Parmi les 23 éleveurs méthaniseurs retenus, la moyenne d'âge est de 46 ans. Seulement 4% ont plus de 60 ans (Tableau 7). On remarque une sous représentativité de cette catégorie, au profit des 40-59 ans, comparé à la répartition nationale (AGRESTE). Cela peut s'expliquer par l'absence de nouveaux investissements de la part des agriculteurs qui sont en fin d'activité.

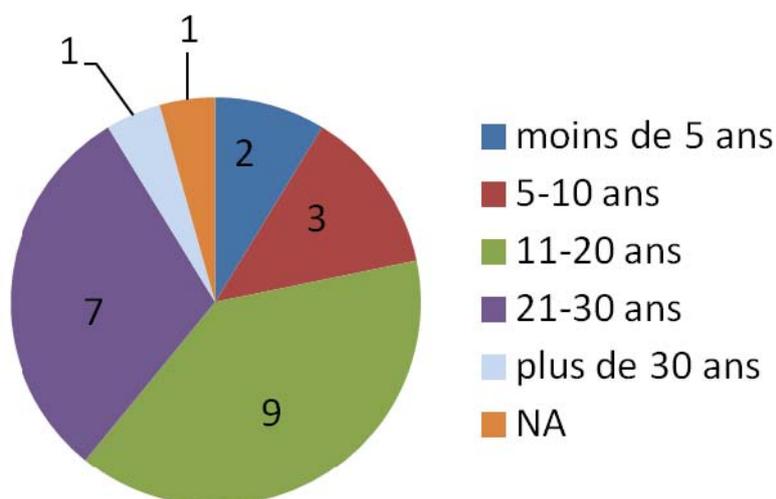


Figure 3 : Répartition des éleveurs méthaniseurs selon leur expérience agricole avant l'installation de l'unité de méthanisation (N=23 exploitations)

Tableau 7 : Age de l'éleveur

Tranche d'âge	Répartition responsables méthanisation enquêtés (en %)	Age des chefs d'exploitations et co-exploitants en 2010 (recensement agricole - AGRESTE) (en %)
Moins de 40 ans	21	23
40-59 ans	75	67
60 ans et plus	4	10

Ces éleveurs ont majoritairement une expérience agricole supérieure à 10 ans (Figure 3). En effet, l'installation d'une unité de méthanisation s'inscrit souvent dans une logique de développement de la production. De plus, seulement un tiers d'entre eux considèrent qu'ils possédaient une expérience en méthanisation avant la mise en route de leur unité.

Nombre de réponses  
(plusieurs réponses possibles)

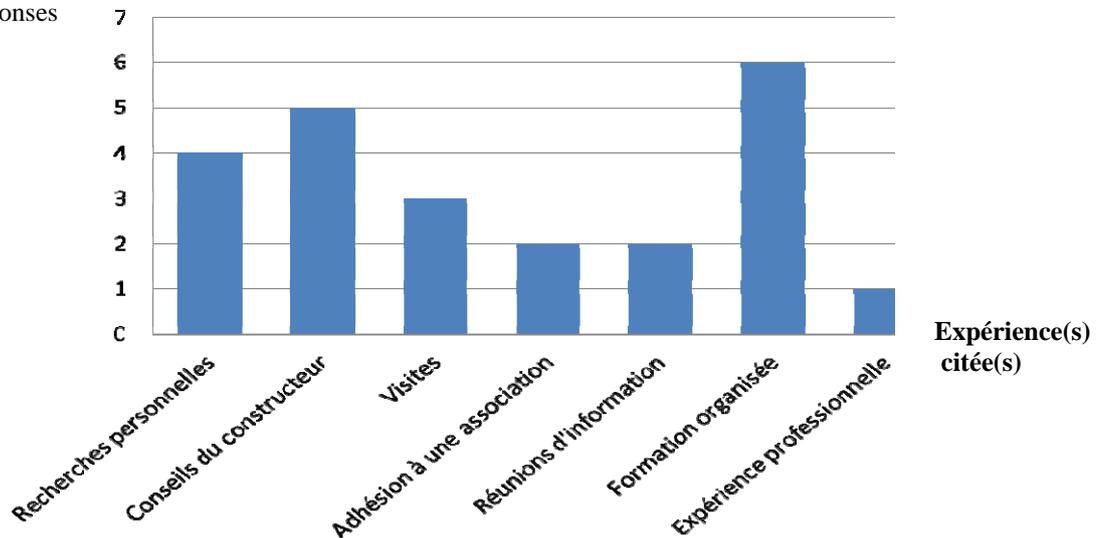


Figure 4 : Expériences en méthanisation citées par les éleveurs méthaniseurs (N=23 réponses)

Parmi les expériences citées, on remarque que les recherches personnelles, les conseils du constructeur et les formations (organisées majoritairement par les Chambres d'Agricultures) sont importants dans l'élaboration du projet (Figure 4). Enfin, certains agriculteurs enquêtés ont également évoqué le rôle des réunions d'information et de l'appartenance à une association (AAMF notamment) comme source d'expérience.

### C. Description de l'atelier d'élevage

L'enquête rassemble des exploitations agricoles très diverses (Tableau 8). 59% des exploitations enquêtées sont en association, parmi lesquelles 17% sont des EARL (Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée) et 42% des GAEC (Groupement Agricole d'Exploitation en Commun). Les 41% restants sont des Société Anonyme à Responsabilité Limité, Société par Actions Simplifiée ou Société Civile d'Exploitation Agricole. Ainsi, il

semble que la méthanisation à la ferme soit surtout envisagée dans les exploitations réunissant plusieurs actifs.

Tableau 8 : Statut juridique des exploitations agricoles

Statut juridique	Répartition des exploitations enquêtées		Enquête structure 2007 - AGRESTE
	(en effectif)	(en %)	
Exploitation individuelle	0	0	69
EARL	4	17	16
GAEC	11	42	8
SARL, SAS, SCEA	8	41	7

Si on compare ces chiffres à ceux du recensement agricole de 2007 (AGRESTE, d.), on observe un profil particulier pour les exploitations agricoles disposant d'une unité de méthanisation. Il semblerait s'agir préférentiellement de sociétés. Cela pourrait être mis en relation avec le fait que ces structures possèdent une main-d'œuvre généralement plus conséquente que les exploitations individuelles. En effet, les exploitations enquêtées comprennent en moyenne 5 Unités de Travail Humain (UTH). Cela représente donc des structures à la main d'œuvre conséquente.

Tableau 9 : SAU des exploitations agricoles

Tranche de SAU (en ha)	Répartition des exploitations enquêtées		Recensement agricole 2000 - AGRESTE
	(en effectif)	(en %)	
moins de 100	4	17	88
100-199	6	25	11
200-299	6	25	<1
300-499	6	25	<1
500-999	1	4	
1000 et plus	1	4	

En France, la majorité des exploitations agricoles possèdent une Surface Agricole Utile (SAU) inférieure à 100 ha (88%). Ici, celles-ci représentent seulement 17% des exploitations enquêtées (Tableau 9). Leur SAU est de 284 ha en moyenne. Finalement, les unités de méthanisation sont installées au sein de structures de taille plus importante que la moyenne française, en termes de surface et de main d'œuvre.

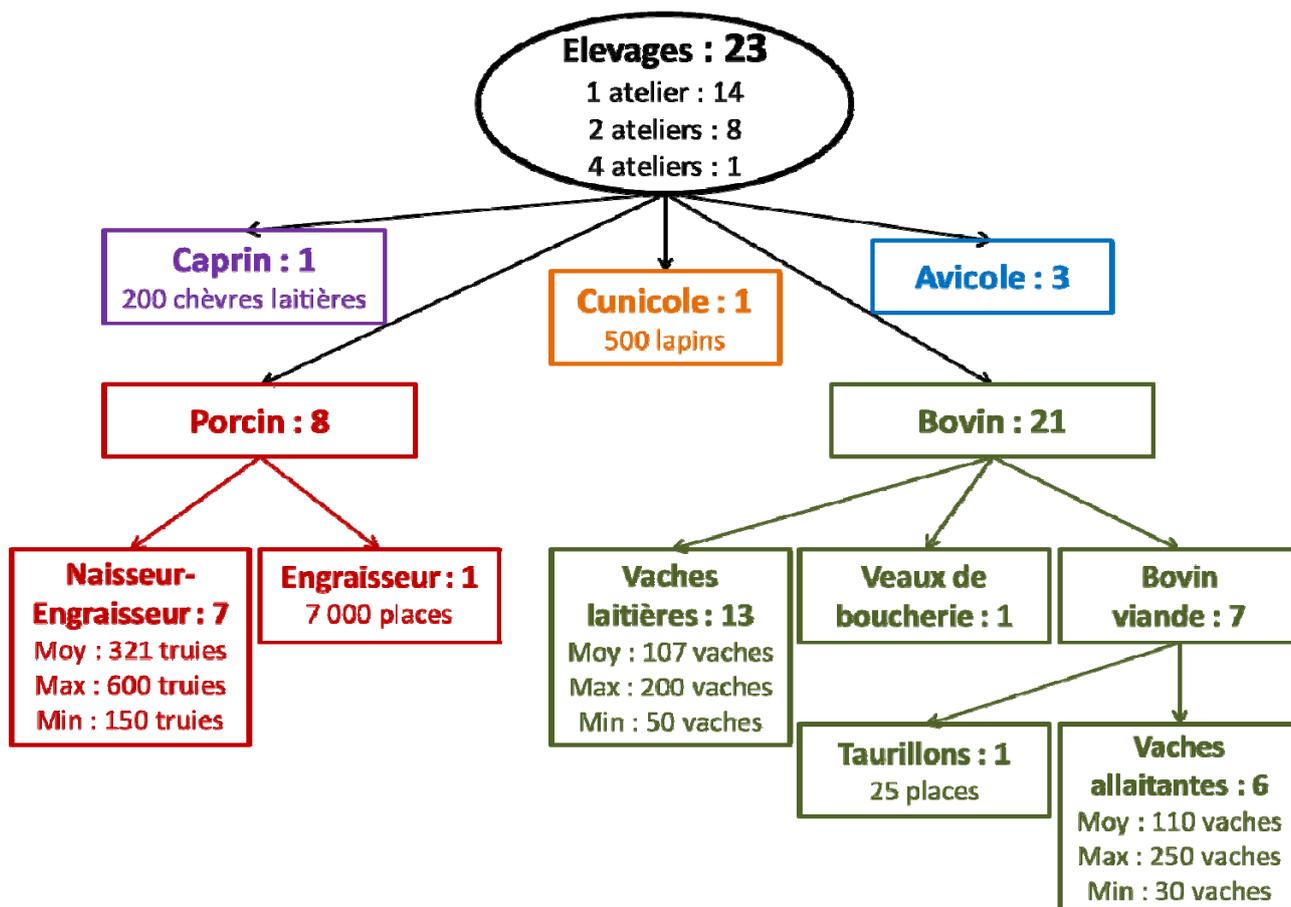


Figure 5 : Répartition des ateliers d'élevage des exploitations enquêtées, par espèce et par type d'atelier (N=34 ateliers)

Ces grandes structures ne se traduisent pas obligatoirement par des élevages diversifiés (Figure 5). Sur 23 exploitations disposant d'une unité de méthanisation, la majorité n'ont qu'un (14 cas) atelier de production animale. Il y a 21 ateliers bovins, pour plus de la moitié laitiers. On note aussi la présence de 8 ateliers porcins dont 6 ne sont associés à aucune autre production animale. Les ateliers caprins, avicoles ou cunicoles sont beaucoup moins nombreux. Ces deux derniers, ainsi que les maternités et post-sevrage en porc, sont souvent une excellente voie de valorisation de la chaleur produite par l'unité de méthanisation.

## D. L'unité de méthanisation

L'échantillon enquêté se caractérise par des unités de méthanisation assez « jeunes » puisque leurs mises en route sont inférieures à 10 ans (Figure 6). Le faible nombre d'exploitations concernées ne permet pas d'identifier avec certitude une dynamique concernant l'accroissement des projets de méthanisation en France. Néanmoins, il semble se dégager un certain engouement en 2012 qui s'est atténué l'année dernière. Le recul qu'il est possible d'avoir sur les données de fonctionnement présentées dans la suite de ce rapport est donc limité en raison de la mise en route récente des ateliers de méthanisation enquêtés.

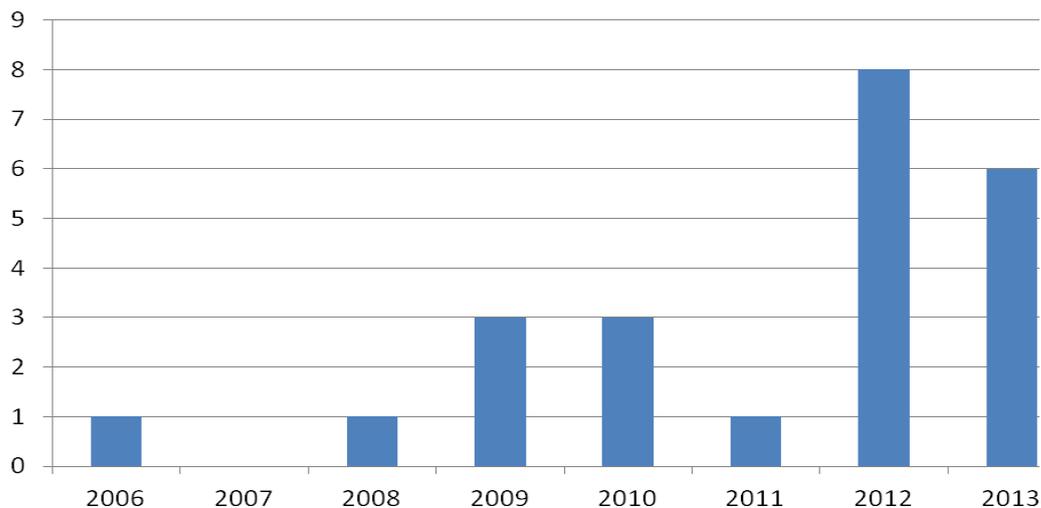


Figure 6 : Répartition des exploitations par année de mise en route de la méthanisation (N=23 exploitations)

L'installation d'une unité à la ferme nécessite une réflexion approfondie. Dix exploitations sur 23 ont indiqué un délai, entre leur premier projet et la mise en route de l'unité de méthanisation, supérieur à 5 ans (pour 6 exploitations, délai entre 6 et 10 ans et une exploitation avec un délai supérieur à 10 ans). Cela peut être mis en relation avec le fait que les sources d'informations et les démarches de renseignements soient très variées.

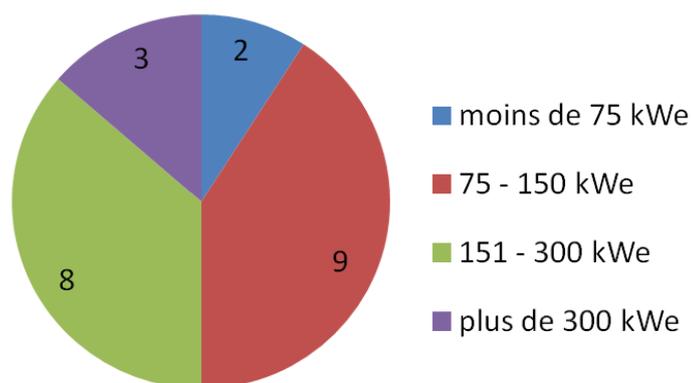


Figure 7 : Répartition des exploitations selon la puissance électrique de leur cogénérateur (N = 22 exploitations disposant de cogénérateurs)

Il s'agit, pour 22 exploitations sur 23, d'unités de biogaz associées à un système de cogénération, avec une puissance électrique qui va de 30, pour le plus petit des moteurs, à 600 kilowatt électrique (kWe), pour le plus important (Figure 7). La production électrique est assez disparate mais il semblerait que les productions soient actuellement plus proches des 150-200 kWe (moyenne à 199 kWe).

L'électricité produite est achetée par EDF à un tarif moyen de 0,17 €/ kWh, mais avec un écart de 9 centimes entre la rémunération la plus élevée (0,20 €) et la rémunération la plus faible (0,11 €). Cette différence n'a pas été expliquée par les enquêtés. Il s'agit souvent du prix proposé lors de l'établissement du contrat, modulé proportionnellement à la régularité de la production électrique.

Tableau 10 : Répartition des unités de méthanisation selon le coût d'installation et la puissance électrique

<b>Coût d'installation x Puissance électrique</b>	moins de 75 kWe	75 - 150 kWe	151 - 300 kWe	plus de 300 kWe	pas de cogénérateur
moins de 500 000 €	1	1	0	0	0
500 000 - 1 000 000 €	1	3	0	0	0
1 - 2 millions d'€	0	5	7	1	0
plus de 2 millions d'€	0	0	1	2	1
<b>Moyenne (en euros)</b>	<b>360 000</b>	<b>992 000</b>	<b>1 541 000</b>	<b>2 067 000</b>	<b>5 000 000</b>

Ce prix de rachat est très important pour les agriculteurs enquêtés car ces projets représentent des investissements très lourds (près de 1,5 millions d'euros en moyenne pour les 23 exploitations enquêtées). Ils sont évidemment en lien avec la dimension de l'unité. Le tableau ci-dessus permet de donner une idée du coût de ces investissements.

L'organisation des unités de méthanisation au niveau du travail est très variable selon les exploitations et ne semble pas en lien avec la taille des ateliers présents (d'élevage ou de méthanisation). Selon les éleveurs enquêtés, cette charge de travail s'élèverait à 0,95 UTH en moyenne. Cependant, cela est très variable avec moins de 0,5 UTH pour 10 élevages et jusqu'à plus de 2 UTH pour un des élevages enquêtés.

En ce qui concerne le fonctionnement des digesteurs, le système de brassage mécanique est privilégié puisqu'il concerne 22 enquêtés sur 23. Différentes stratégies sont utilisées pour le traitement du digestat. Dix éleveurs réalisent une séparation de phase en sortie du digesteur. Cette méthode permet à 7 d'entre eux d'exporter la phase solide, parfois après compostage tandis que les autres l'épandent sur leurs terres. La phase liquide est, elle, épandue directement dans 9 cas sur les 10. Parmi les 13 qui ne réalisent pas de séparation de phase, 12 épandent directement le digestat alors que le dernier le composte.

Enfin, on note que plus de la moitié des unités ont déjà rencontré au moins un problème depuis la mise en route. Il s'agit de soucis d'acidoses (47% des cas), de qualité du substrat (24%) ou de défaut du matériel (23%).

## E. Les substrats provenant de l'exploitation

L'unité de méthanisation permet une valorisation de différents substrats provenant de l'exploitation agricole. Ceux-ci ont été classés en trois catégories : les effluents d'élevage, les cultures et les aliments. Les ensilages de maïs et d'herbe ont été placés dans la catégorie « Aliments » car ils peuvent être valorisés en alimentation animale. Le choix a été fait de placer dans la catégorie « Cultures » les résidus de cultures ainsi que les intercultures.

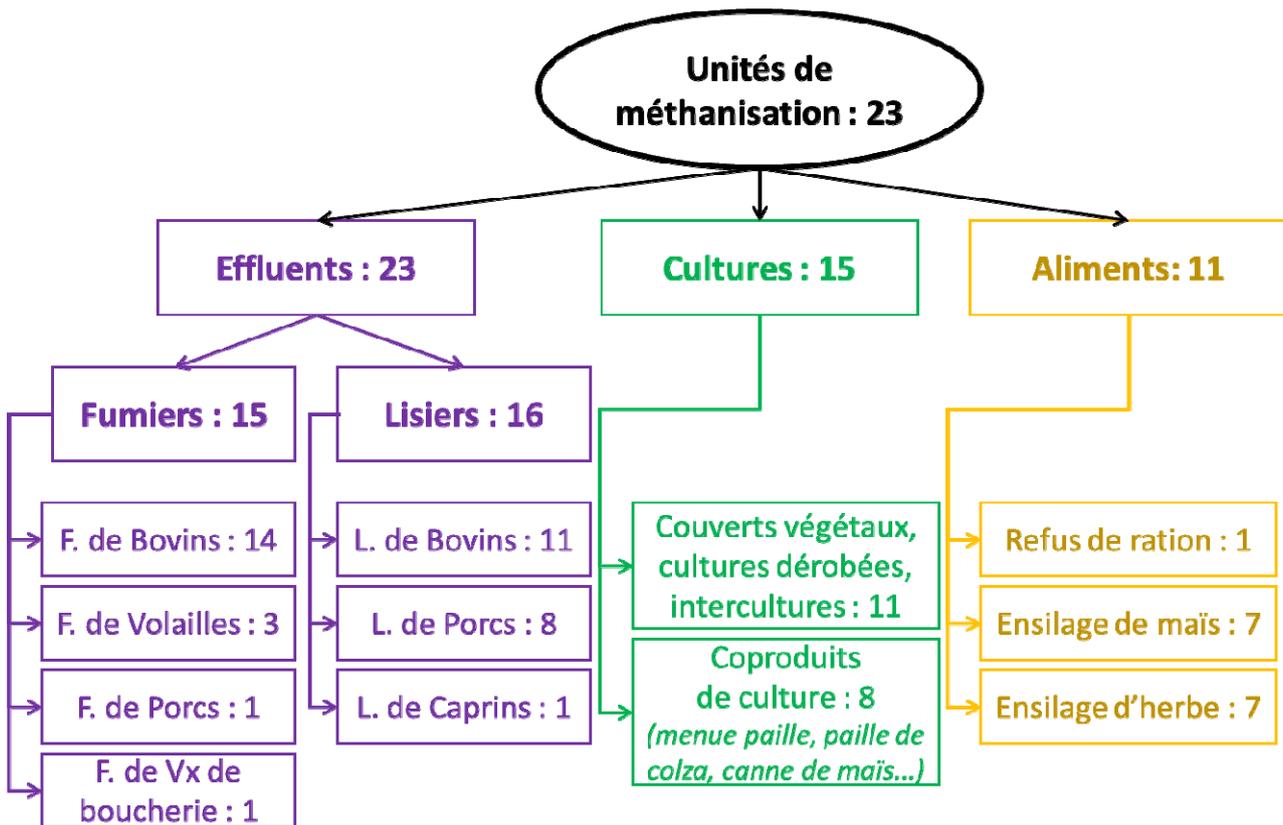


Figure 8 : Nombre d'éleveurs méthaniseurs utilisant des substrats issus de leur exploitation, par catégorie et par type de produit (N=73 substrats utilisés)

Sur les 23 unités enquêtées, toutes valorisent leurs effluents d'élevage, 15 intègrent des résidus de cultures ou intercultures et 11 utilisent des produits d'alimentation animale (Figure 8).

## F. Les conditions d'utilisation des co-substrats en méthanisation

L'usage de co-substrats est très répandu en méthanisation à la ferme. Parmi les 23 éleveurs méthaniseurs enquêtés, seulement 3 n'utilisent pas de matières venant de l'extérieur pour alimenter leur digesteur.

Les co-substrats utilisés en méthanisation à la ferme sont nombreux et variés. L'enquête réalisée a permis d'obtenir un aperçu de leur diversité. Ils ont été classés en 5 groupes selon leur origine :

- co-substrats d'origine agricole (exemples : fumier venant d'autres exploitations agricoles, déchets de céréales)
- ceux d'origine industrielle (exemples : déchets d'industries agro-alimentaires, boues de papeteries)
- ceux provenant de municipalités (exemple : tontes de pelouse)
- ceux provenant de la restauration
- ceux provenant de supermarchés

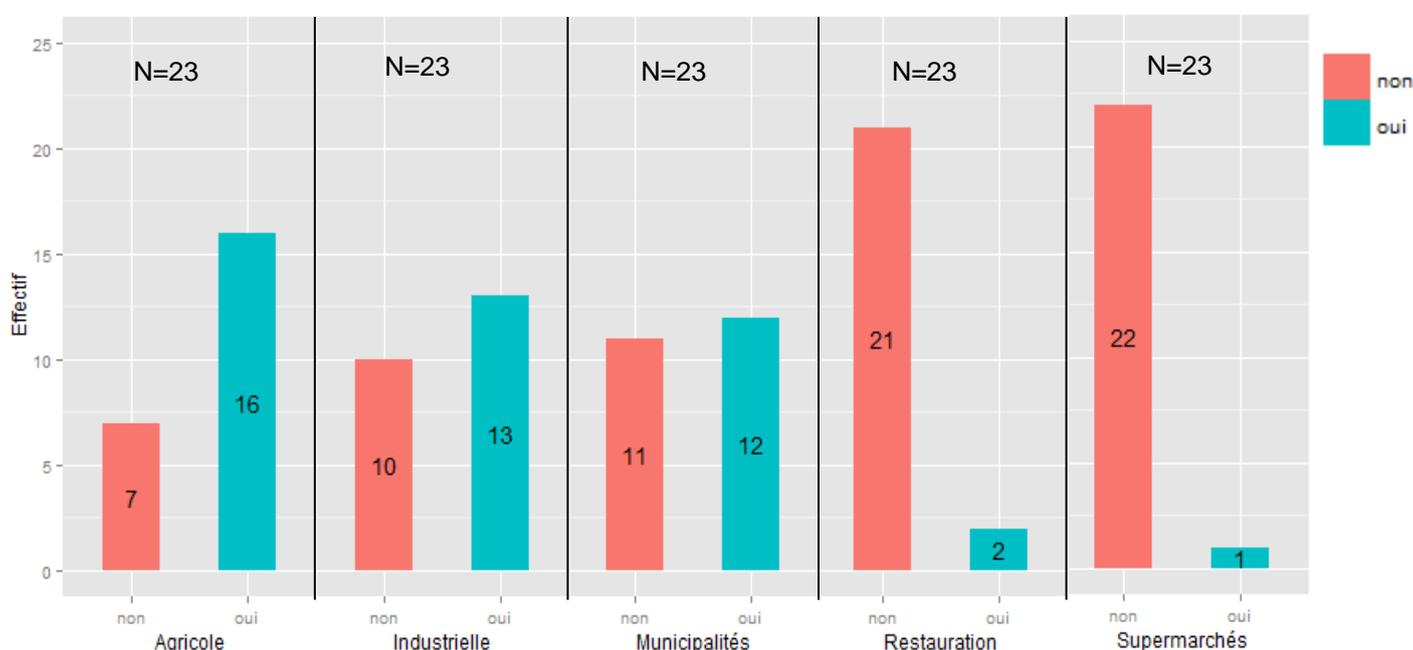


Figure 9 : Utilisation par les éleveurs méthaniseurs des co-substrats selon leur origine

Selon l'enquête, les co-substrats proviennent majoritairement d'autres exploitations agricoles, d'industries ou de municipalités (Figure 9). La restauration et les supermarchés ne sont des fournisseurs que dans de très rares cas. Cela pourrait s'expliquer par le fait que, pour utiliser des matières provenant de la restauration ou de supermarchés, il faut passer par une étape d'hygiénisation. Or, les unités de méthanisation à la ferme ne semblent pas équipées pour réaliser cette étape.

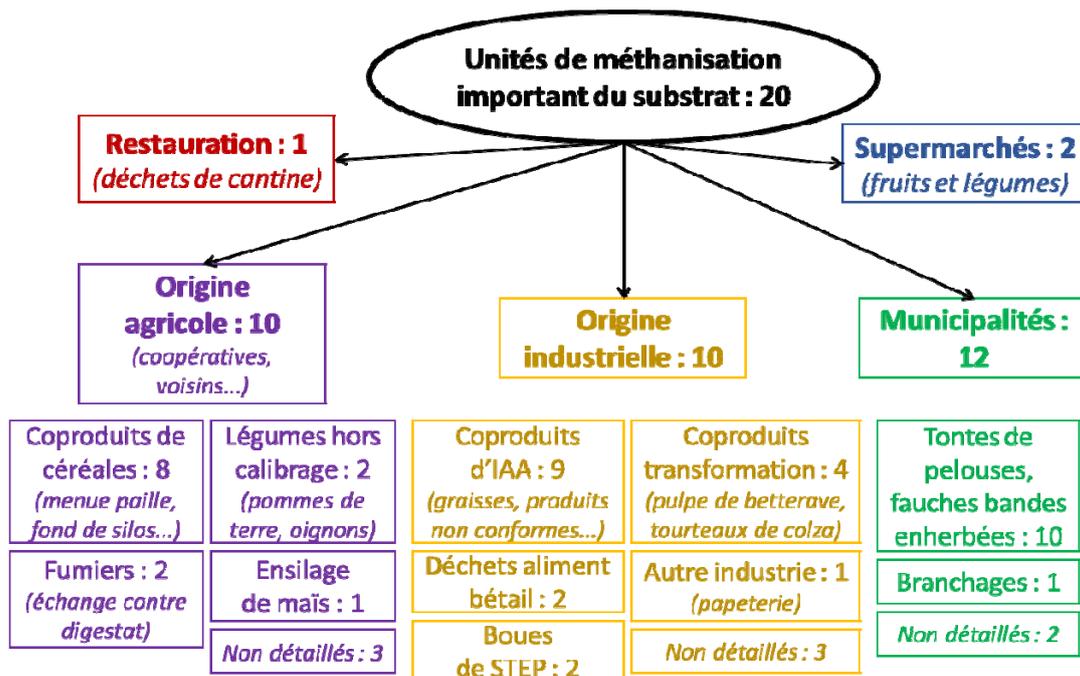


Figure 10 : Nombre d'exploitations utilisant des co-substrats, par origine et par type (N=50 substrats utilisés)

Lors du questionnaire, les éleveurs méthaniseurs ont spécifié le type de co-substrats utilisé dans leurs unités de méthanisation. Ainsi, même au sein d'une catégorie, il existe de nombreux types de co-substrats (Figure 10).

L'éleveur méthaniseur peut sélectionner les co-substrats qu'il utilise sur plusieurs critères : pouvoir méthanogène, proximité, facilité d'incorporation, coût, qualité.

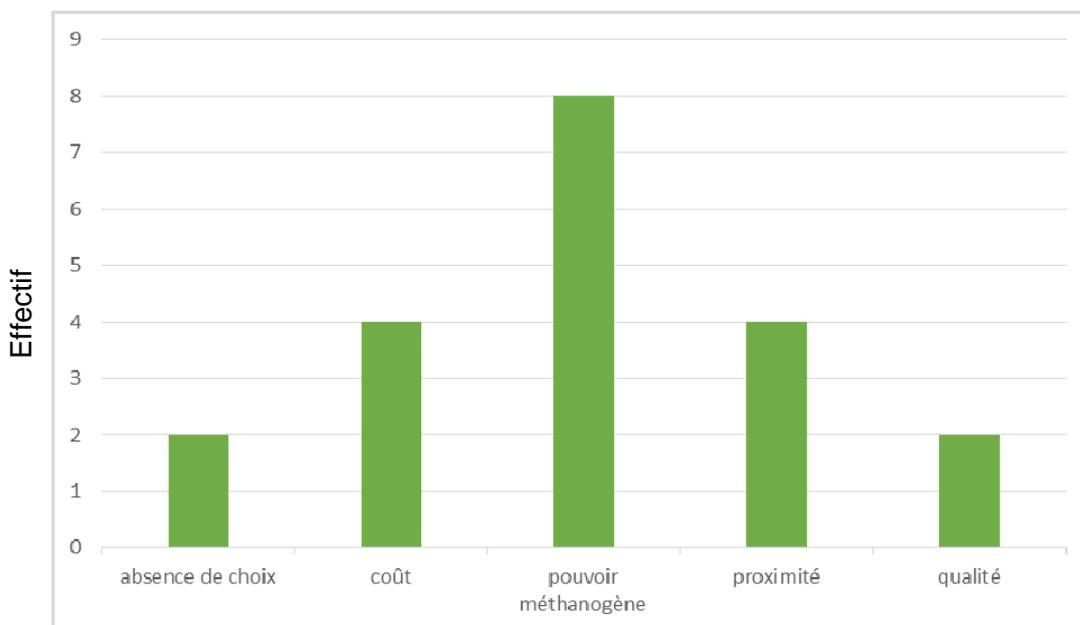


Figure 11 : Critère le plus important pour le choix d'un co-substrat par les éleveurs méthaniseurs (N=20 éleveurs)

Le critère le plus souvent cité par les éleveurs méthaniseurs est le pouvoir méthanogène (Figure 11). La proximité et le coût viennent juste après. Selon les éleveurs, ces trois critères sont les plus pertinents dans le choix d'un co-substrat. Le pouvoir méthanogène est directement lié au rendement de l'unité de méthanisation puisqu'il correspond à la capacité d'une matière à produire du méthane. Le coût du co-substrat varie beaucoup selon son type. En effet, certains co-substrats rémunèrent l'éleveur alors que d'autres doivent être achetés. La proximité est aussi un facteur important puisqu'un coût élevé pour transporter le co-substrat le rend beaucoup moins intéressant pour l'éleveur. Ce qui est aussi pris en compte est la qualité du co-substrat (niveau de matière sèche, quantité d'azote et de phosphore, niveau d'encombrants) et donc l'équilibre de la ration du digesteur. Les microorganismes réalisant la méthanisation ont besoin de conditions physicochimiques stables pour vivre et donc permettre la production de biogaz. Tout est une question d'équilibre. Par exemple, les graisses doivent être limitées dans la ration du digesteur malgré leur grand pouvoir méthanogène.

Certains éleveurs ne choisissent pas vraiment car ils ont peu de co-substrats disponibles. Cela peut représenter des problèmes d'utilisation du digesteur (acidose, surchauffe). La difficulté dans l'obtention de co-substrats a poussé plusieurs éleveurs méthaniseurs à rechercher au maximum l'autosuffisance au niveau de la matière qu'ils incorporent dans l'unité de méthanisation. Par exemple, ils alimentent leur unité avec des intercultures en plus des effluents d'élevage.

Il a été demandé aux éleveurs méthaniseurs d'évaluer leur satisfaction vis-à-vis de leur approvisionnement en co-substrats (Figure 12).

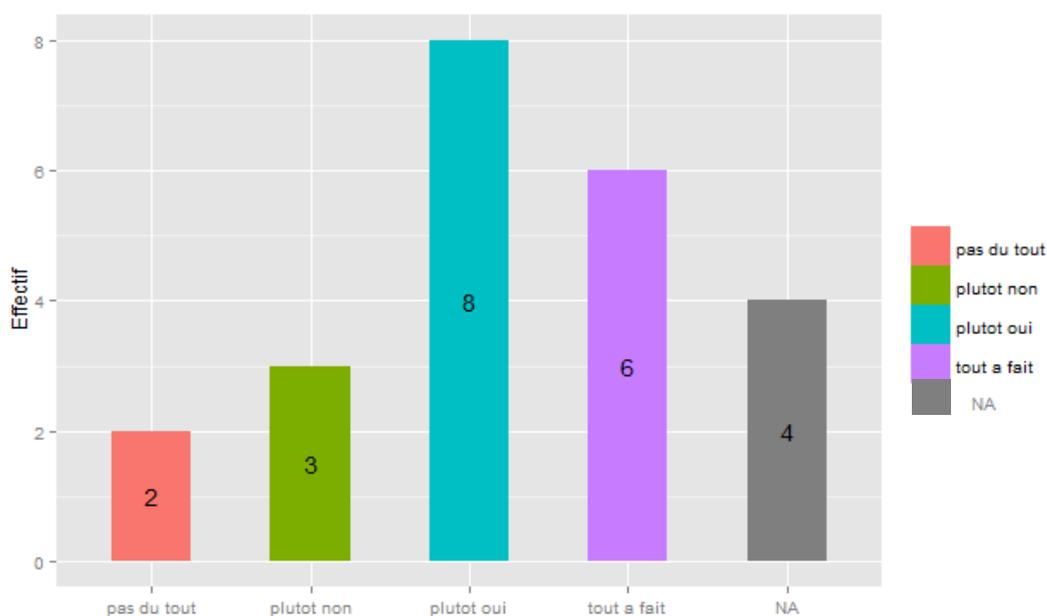


Figure 12 : Répartition des éleveurs méthaniseurs selon leur satisfaction dans leur approvisionnement en co-substrats (N=23 exploitations)

Plus de 60% des éleveurs enquêtés sont plutôt ou tout à fait satisfaits de leurs approvisionnements en co-substrats. Les approvisionnements trop irréguliers sont la raison principale énoncée par ceux qui répondent qu'ils ne sont pas du tout satisfaits. Il y a un exemple de concurrence avec un industriel qui fait également de la méthanisation à proximité et qui récupère tous les co-substrats disponibles. Ceux qui répondent plutôt non ont des problèmes pour trouver des approvisionnements réguliers ou des quantités suffisantes de co-substrats.

D'après les éleveurs méthaniseurs enquêtés, les principaux avantages à utiliser des co-substrats sont :

- leur pouvoir méthanogène peut être supérieur à celui des matières disponibles au sein des exploitations agricoles
- ils permettent de compléter et d'équilibrer la ration du digesteur
- l'utilisation de certains co-substrats apporte une rémunération supplémentaire aux éleveurs

Les principaux inconvénients sont :

- l'irrégularité dans l'approvisionnement si les fournisseurs ne sont pas fiables
- la qualité des co-substrats est moins maîtrisée
- la réglementation sur l'usage des co-substrats est très présente

L'anticipation au niveau de l'approvisionnement en co-substrats semble être très importante pour réussir une méthanisation à la ferme. Certains peuvent anticiper en raison de la petite taille de leur unité de méthanisation. Cela leur permet de dépendre très peu de l'extérieur. Cependant, la majorité des éleveurs enquêtés sont inquiets pour l'avenir à propos de la disponibilité en co-substrats. En effet, les nombreux projets de « grosses » unités de méthanisation rattachées ou non à un élevage risquent de beaucoup concurrencer la méthanisation à la ferme.

A la question « Considérez-vous que les co-substrats que vous utilisez sont des coproduits ou des déchets ? », 36% des éleveurs méthaniseurs répondent des coproduits et 64% répondent des déchets. La majeure partie d'entre eux n'imagine pas de compétition possible entre méthanisation et alimentation animale sur leur exploitation.

La base de données comprend 42 variables qualitatives (exemple : l'utilisation de substrats extérieurs) et 11 variables quantitatives (exemple : SAU). Deux types d'analyse ont été effectués : l'ACM et la classification ascendante hiérarchique ou CAH.

Le logiciel de statistiques R a été utilisé pour réaliser une ACM sur le jeu de données avec en variables actives toutes les variables qualitatives relatives à l'utilisation des co-substrats. Toutes les autres questions ont été introduites dans l'analyse en tant que variables illustratives.

L'ACM obtenue est à interpréter avec prudence :

- le nombre d'individus est faible et il y a donc peu de puissance statistique
- il y a un grand nombre de variables comparé au nombre d'individus
- il y a beaucoup de données manquantes.

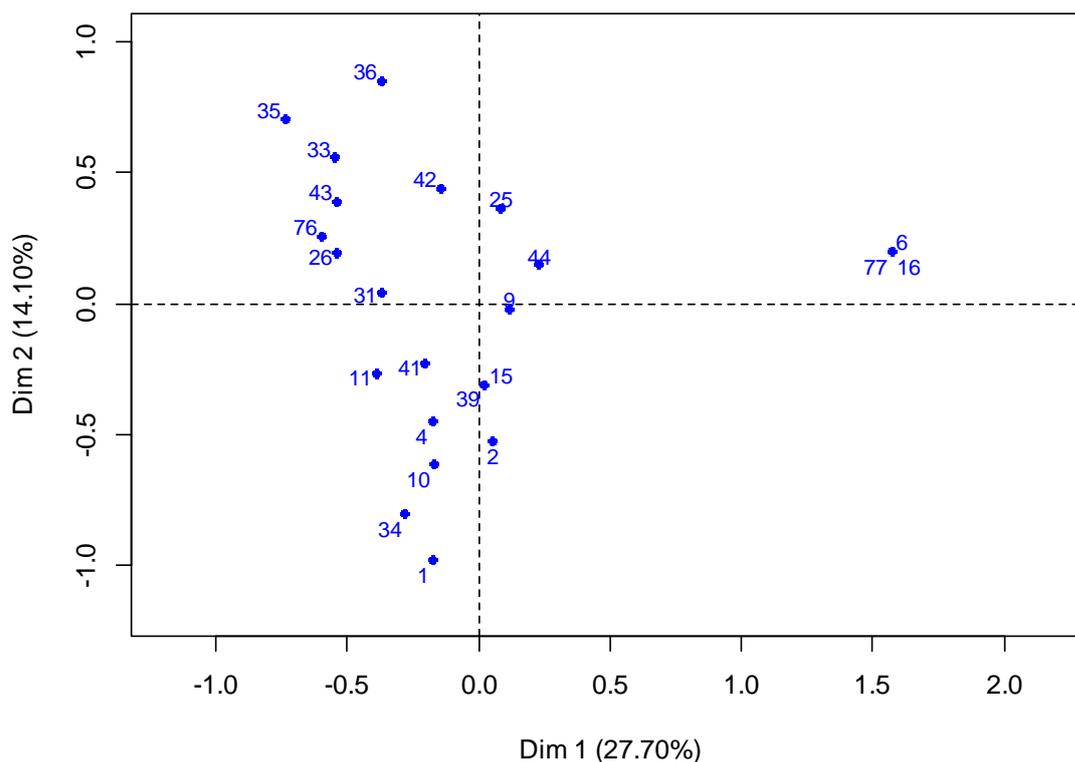


Figure 13 : Graphique des individus de l'ACM

Le premier plan explique 42% de la variabilité. Cela semble correct pour une ACM.

Le nuage des individus est relativement homogène (Figure 13). On voit quelques individus particuliers (6, 16 et 77). Ils sont les seuls à prendre certaines modalités qui de ce fait sont des modalités rares. Cela explique le fait que le reste des individus soit plus concentré à proximité de l'origine des axes.

Plus précisément, les individus 6, 16 et 77 sont les seuls qui n'utilisent pas de substrats provenant de l'extérieur et se retrouvent donc à l'écart des autres individus.

Si le nombre d'individus était plus important, il pourrait être intéressant de supprimer les individus très particuliers pour regarder l'évolution du nuage. Cela n'a pas été fait ici puisque le nombre d'individus est déjà faible.

Par conséquent, l'ACM est difficilement exploitable.

Cependant, le logiciel R a également permis de réaliser une typologie par CAH. Il résulte 4 groupes d'éleveurs méthaniseurs (Figure 14).

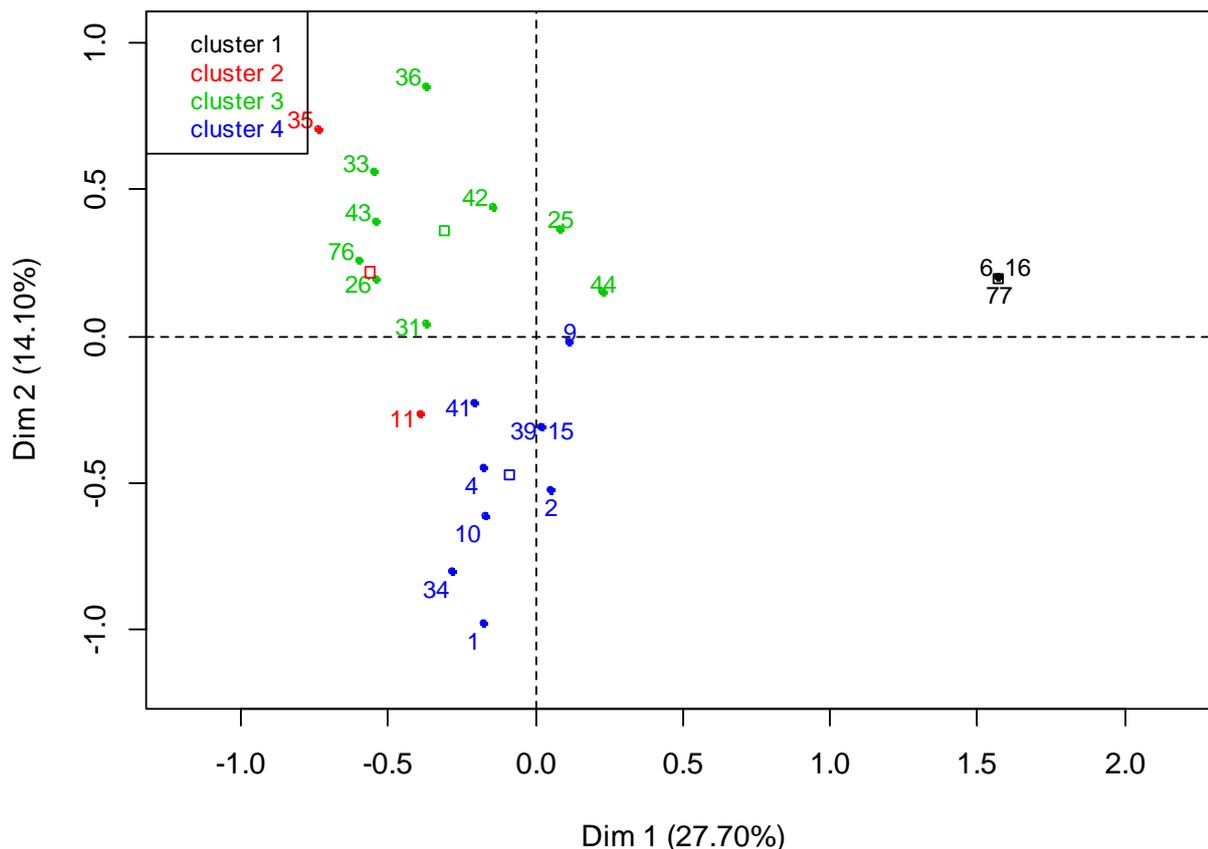


Figure 14 : Nuage des individus répartis en 4 classes

Le premier groupe contient seulement les individus 6, 16 et 77 et le deuxième groupe comprend uniquement les individus 35 et 11. Ils sont les seuls à prendre certaines modalités. Ces deux groupes sont plutôt atypiques. Le groupe 1 contient 3 individus qui n'utilisent pas de co-substrats (p-value = 0,001) et n'ont donc pas répondu aux questions correspondantes. Le groupe 2 est caractérisé par l'utilisation de co-substrats provenant de la restauration (p-value = 0,004).

Le troisième et le quatrième groupe contiennent chacun 9 individus. Ils semblent s'opposer. En effet, le groupe 3 est caractérisé par l'utilisation de co-substrats provenant de municipalités (p-value = 0,0003) alors que le groupe 4 est caractérisé par la non utilisation de co-substrats provenant de municipalités (p-value = 0,032). Le groupe 3 est également caractérisé par le sentiment d'utiliser des déchets (p-value = 0,001) alors que le groupe 4 est caractérisé par le sentiment d'utiliser des coproduits (p-value = 0,005).

Il apparaîtrait donc que des éleveurs utilisant des substrats provenant de municipalités considèrent les matières provenant de l'extérieur comme des déchets alors que des éleveurs n'utilisant pas de substrats provenant de municipalités considèrent les matières provenant de l'extérieur comme des coproduits.

Ces résultats mériteraient d'être confirmés ou infirmés à partir d'un échantillon d'éleveurs méthaniseurs plus important.

## G.Impacts pour le secteur de l'alimentation animale

Une partie de l'enquête cherche à évaluer une nouvelle problématique liée au développement de la méthanisation en France : la compétition possible entre la méthanisation et l'alimentation des animaux de rente. En effet, il existe des co-substrats utilisés au sein d'une unité de méthanisation qui peuvent aussi être incorporés dans la ration de certains animaux. On peut citer l'herbe fauchée qui est souvent utilisée en méthanisation alors que les bovins peuvent également la valoriser ou encore la pulpe de betterave.

Il est intéressant de savoir si cette compétition entre les différentes utilisations des co-substrats est spécifique ou non à l'économie d'une exploitation.

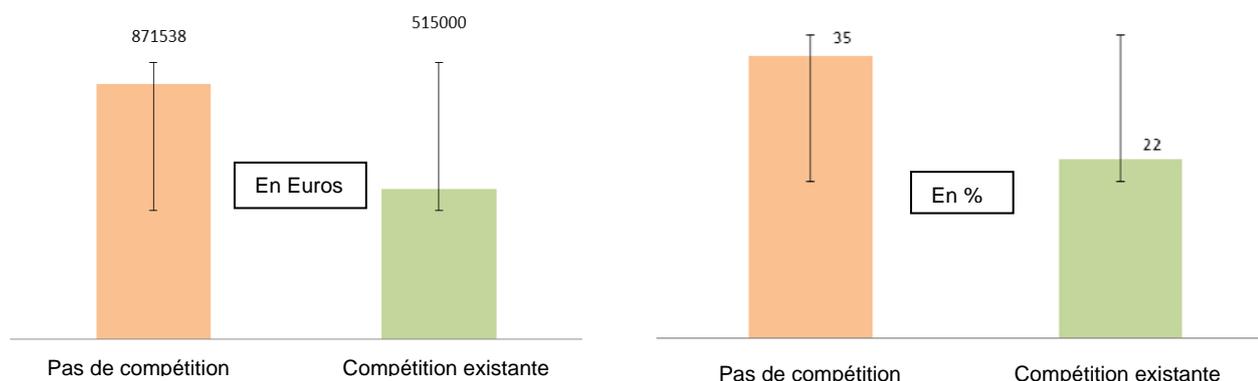


Figure 15 : Chiffre d'affaires 2012 moyen (A) / part de la méthanisation dans le chiffre d'affaires (B) des exploitations où il y a compétition entre la méthanisation et l'atelier élevage et des exploitations sans compétition

Même si les exploitations n'enregistrant pas de compétition pour l'utilisation des co-substrats au sein de leurs différents ateliers semblent avoir un chiffre d'affaires plus important et une part de la méthanisation dans celui-ci plus importante, il n'est pas possible de conclure (Figure 15). Ceci est justifié par le nombre limité d'éleveurs méthaniseurs interrogés. Le changement de filière des co-substrats ne semble pas être dû à des économies différentes au sein des exploitations agricoles puisqu'il n'y a pas de relation entre l'existence d'une compétition et le chiffre d'affaires. Il semble que la valorisation des co-substrats en méthanisation plutôt qu'en alimentation animale soit due à un choix personnel de l'éleveur.

## H. Une compétition réelle aujourd'hui ?

Cette étude s'intéresse également à la compétition éventuelle qu'il pourrait y avoir entre la valorisation des co-substrats en méthanisation ou par les animaux d'élevage au sein d'une même ferme. Il s'agit de savoir si les éleveurs méthaniseurs ressentent une compétition entre ces deux ateliers et comment ils choisissent la valorisation de leurs co-substrats.

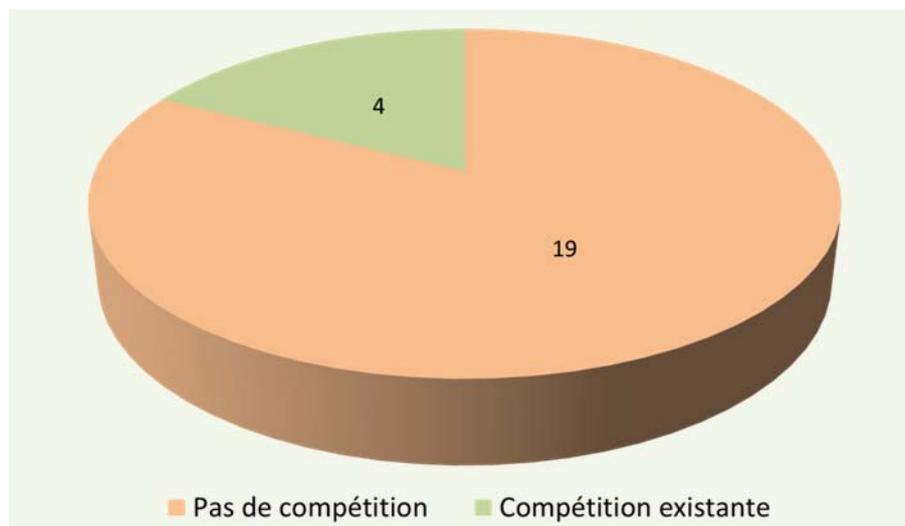


Figure 16 : Compétition entre l'atelier de méthanisation et l'atelier d'élevage dans les exploitations enquêtées (N=23 exploitations)

Au sein des exploitations agricoles, cette compétition ne semble pas très marquée aujourd'hui. Seulement 4 des éleveurs interrogés doivent réfléchir aux différentes valorisations pour un co-substrat donné (Figure 16). Plus qu'une absence de compétition dans les exploitations, ce sont les éleveurs méthaniseurs eux-mêmes qui ne se laissent pas le choix par conviction. En effet, pour la majorité d'entre eux, il est inconcevable de mettre dans le digesteur des co-substrats qui peuvent être valorisés par les animaux. Il y a ainsi une forte dimension morale dans l'utilisation des co-substrats. Les autres éleveurs font le choix d'une valorisation en méthanisation surtout par nécessité. En effet, c'est une obligation par manque d'anticipation des stocks en substrat et co-substrats nécessaires à l'unité de méthanisation. L'éleveur exprime souvent une nécessité d'optimiser son système pour limiter la compétition de la méthanisation avec l'atelier élevage. En travaillant sur les herbages ou les cultures intermédiaires, ils approvisionnent leurs unités de méthanisation.

### 3. Perception de cette nouvelle problématique par l'éleveur méthaniseur

De manière plus générale, le ressenti des agriculteurs à propos de cette compétition entre la méthanisation et l'alimentation animale a été estimé. Les avis des éleveurs enquêtés peuvent être classifiés en différentes catégories.

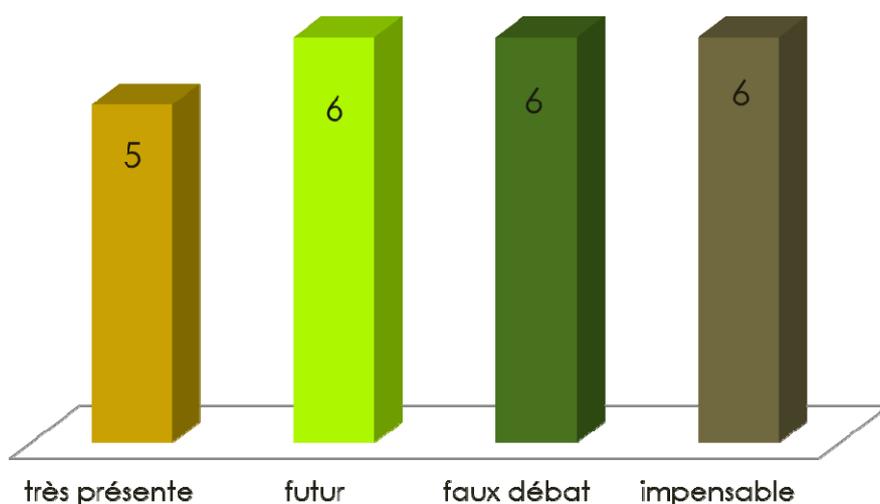


Figure 17 : Perception de la compétition pour l'utilisation des co-substrats entre la méthanisation et l'alimentation animale (N=23 exploitations)

Les éleveurs méthaniseurs ont jugés cette compétition de quatre manières différentes. La répartition des éleveurs dans chacune des catégories est assez homogène (Figure 17). Certains considèrent que la compétition existe de façon très prononcée alors que d'autres estiment qu'elle est totalement inexistante. Une autre partie pense qu'il s'agira d'une problématique dans le futur. Enfin, certains pensent qu'il ne faut pas accepter cette compétition pour l'utilisation des co-substrats.

Différents arguments ont été avancés par les éleveurs qui pensent que cette compétition est très présente. Pour eux, l'agriculture a toujours participé à la production d'énergie. L'exemple des biocarburants a été avancé pour justifier l'utilisation des co-substrats en méthanisation. De plus, « tout est une question de choix et une question d'équilibre ». Donc, si l'utilisation des co-substrats pour la méthanisation n'est pas effectuée au détriment de l'alimentation animale, cette compétition n'est pas un problème. Avant tout, il s'agit d'une nécessité de faire fonctionner tous les ateliers de leur exploitation agricole. Certains semblent penser que « l'élevage n'est plus rémunérateur ».

Pour environ un quart des agriculteurs, cette problématique sera plus présente dans le futur. Si de trop nombreuses unités de méthanisation étaient installées dans un même périmètre, la compétition de valorisation des co-substrats entre la méthanisation et l'alimentation animale serait plus importante. De plus, l'augmentation du nombre de « grosses » sociétés ou de coopératives sans élevage rattaché qui installent des unités de méthanisation risquerait de créer de la compétition. Il a aussi été cité que la compétition sera plus prononcée dans le futur si la production d'électricité par les éleveurs méthaniseurs devient plus rémunératrice.

Six éleveurs méthaniseurs pensent qu'il s'agit d'une problématique qui n'a pas lieu d'être. Ils considèrent que les agriculteurs ne sont pas assez informés sur le pouvoir méthanogène du fumier ou qu'il ne devrait pas y avoir de compétition car il ne faut donner que des produits « nobles » aux animaux. Dès lors que les co-substrats sont utilisés pour alimenter l'unité de méthanisation, ils correspondent à des déchets. Ils ne pensent pas que « la France soit dans la même optique que l'Allemagne ».

Au-delà de ce questionnement, un quart des éleveurs interrogés se déclarent totalement contre cette compétition qu'elle existe ou non. Pour eux, les éleveurs sont présents en priorité pour nourrir les animaux de rente. Avant d'installer une unité de méthanisation dans une exploitation agricole, il faut vérifier l'autosuffisance en substrats et co-substrats qui seront utilisés pour faire fonctionner le digesteur. Installer une unité de méthanisation plus petite semble la solution pour ne pas se confronter à une compétition entre méthanisation et alimentation animale. « C'est une question éthique » pour ces éleveurs. De plus, la problématique de l'autonomie alimentaire avec des prix de céréales élevés est très présente en élevage. Ces éleveurs méthaniseurs considèrent donc qu'une valorisation des co-substrats par l'alimentation animale est prioritaire.



## I. Conclusion

Le profil des éleveurs méthaniseurs a pu être observé, à partir d'un échantillon de 23 unités de méthanisation, soit environ un quart des utilisateurs actuels. Majoritairement âgés de 40 à 59 ans, ils exercent cette activité au sein de structures collectives, de type agricole ou non. Ainsi, il semble que l'installation d'une unité de méthanisation à la ferme soit le projet d'éleveurs ayant déjà plusieurs années d'expérience en élevage et souhaitant développer une nouvelle activité. Toutefois, les éleveurs en fin de carrière ne sont que très peu représentés. L'investissement important lié à l'installation d'une unité de méthanisation ne semble pas compatible avec une fin d'activité.

L'unité de méthanisation produit de l'électricité dans la très grande majorité des cas, avec une grande variabilité des prix de rachat par EDF. Cela semble s'expliquer par un prix fixé selon la puissance auquel s'ajoute une prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 4 c€/kWh et une prime pour le traitement d'effluent d'élevage comprise entre 0 et 2,6 c€/kWh.

Les co-substrats utilisés pour alimenter le digesteur sont d'origines multiples. Ils peuvent être d'origine agricole, d'origine industrielle, provenir de la restauration, de municipalités ou de supermarchés. Le choix du co-substrat est avant tout régit par son pouvoir méthanogène, sa proximité et son coût. Parfois, les choix s'imposent en raison d'un faible nombre de substrats à disposition. L'irrégularité en matière d'approvisionnement en co-substrats, quantitativement et qualitativement, est le principal grief mis en avant lors de cette enquête, même si les éleveurs méthaniseurs sont majoritairement satisfaits de leurs approvisionnements.

Certains agriculteurs, face à la difficulté d'approvisionnement du digesteur, font parfois le choix d'utiliser pour la méthanisation des produits destinés à l'alimentation animale. Il y a parfois aussi des co-substrats pouvant être valorisés par l'élevage qui sont utilisés pour la méthanisation. La compétition entre filière d'utilisation des co-substrats est à relativiser puisqu'elle est peu présente dans notre échantillon, sauf pour 4 éleveurs. Cela peut s'expliquer par le fait que les éleveurs enquêtés se mettent à chercher un approvisionnement en co-substrats à partir du moment où ils installent une unité de méthanisation. En effet, sans l'existence de la méthanisation à la ferme, les éleveurs ne pensent globalement pas à une utilisation possible de co-substrats pour l'alimentation animale. Toutefois, de nombreux éleveurs méthaniseurs affirment que la compétition sera plus présente dans le futur avec le développement d'autres unités de méthanisation à la ferme et de structures plus importantes non obligatoirement rattachées à un atelier d'élevage.

La grande majorité des éleveurs méthaniseurs pense qu'il est éthiquement inconcevable d'utiliser des co-substrats pouvant entrer dans l'alimentation animale. Le modèle allemand est souvent contesté par les éleveurs. Ils ne veulent aucunement tendre vers une utilisation de maïs seulement pour la méthanisation. Cependant, si des industriels se mettent à la méthanisation, ils n'auront certainement pas la même retenue.



## Bibliographie

AAMF. *Trouver un site de méthanisation agricole en France*. Dernière mise à jour le 23-05-2013. [Consulté le 31-10-2013] Disponible à l'adresse : <http://www.pardessuslahaie.net/frontend.php/agriculteurs-methaniseurs/903>

ADEME. L'Europe pour développer les énergies renouvelables. 2011 [en ligne] Disponible sur <http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/dossier/enr01.htm>  
Consulté en février 2012

Agreste. *Population agricole formation et recherches*. 2010 [Consulté le 29-01-2014] Disponible à l'adresse : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf12p035-040.pdf>

Agreste. *Caractéristiques générales des exploitations*. 2007 [Consulté le 29-01-2014] Disponible à l'adresse : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/structure2008T1.pdf>

AILE-SOLAGRO-TRAME-ADEME. 2011. «La méthanisation à la ferme ».

ATEE. Association Technique Energie Environnement. 2011. [en ligne] Disponible sur <http://www.atee.fr>  
Consulté en février 2012

Club Biogaz. *Carte des installations biogaz en France*. Dernière mise à jour le 22-07-2013. [Consulté le 31-11-2013] Disponible à l'adresse : <http://atee.fr/biogaz/carte-des-installations-biogaz-en-france>

Ministère de l'Ecologie. Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables. 2009 [en ligne] Disponible sur [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825\\_plan\\_d\\_action\\_national\\_ENRversion\\_finale.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825_plan_d_action_national_ENRversion_finale.pdf)

MOLETTA R. ; 2008. La méthanisation. Édité par Lavoisier. TEC et DOC.  
BUFFIERE P., BAYARD R. ; 2010. Evaluation de la composition des déchets en vue de leur traitement par méthanisation. L'eau, l'industrie, les nuisances, 336, 159-166.

Parlement Européen. Le Parlement boucle le paquet changement climatique. 2009 [en ligne] Disponible sur <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=fr&type=IM-PRESS&reference=20081216IPR44857>  
Consulté en février 2012

PERTUISET T. Direction générale de l'énergie et du climat. L'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel. 2011

SOLAGRO. La méthanisation « à la ferme ». [en ligne]. Disponible sur <http://www.solagro.org>  
Consulté le 24 février 2012





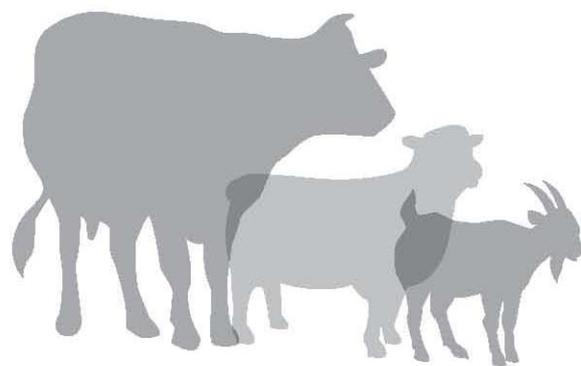
# Les coproduits en méthanisation : quel intérêt et quelle compétition avec l'alimentation animale ?

Etude bibliographique – Résultats d'enquête

La méthanisation est un procédé biologique naturel permettant de traiter des déchets et des coproduits fermentescibles tout en produisant une énergie renouvelable sous forme d'électricité et de chaleur ou de biométhane (injection dans le réseau gaz de ville ou comme biocarburant). Cette étude permet de faire un état des lieux de l'intérêt des coproduits en méthanisation, mais aussi de mettre en avant les paramètres physicochimiques associés à un rendement énergétique intéressant. Enfin, une enquête a permis de préciser le positionnement des éleveurs méthaniseurs sur la compétition entre une valorisation des coproduits en méthanisation ou en alimentation animale.



**INSTITUT DE  
L'ÉLEVAGE**



Édité par :  
L'Institut de l'Élevage  
[www.idele.fr](http://www.idele.fr)

Dépôt légal :  
3<sup>e</sup> trimestre 2015  
© Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage  
Juillet 2015  
Réf. 00 15 302 028  
ISSN 1773-4738  
ISBN : 978-2-36343-652-8

EN COLLABORATION AVEC :



AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie