

# La valorisation des effluents et produits d'exploitation par la méthanisation.

## Exemple d'un cas concret dans le Loiret : le GAEC Beets

L. Lejars

**La méthanisation est une filière naissante de production d'énergie renouvelable susceptible d'intéresser des exploitations agricoles. Dans le Loiret, le GAEC BEETS a mis en place une unité de méthanisation, qui a donné lieu à 2 études technico-économiques pour optimiser le fonctionnement du digesteur et améliorer la valorisation des digestats.**

### RÉSUMÉ

La principale source de matières premières de cette unité de 150 kWh est constituée par des effluents d'élevage (lisiers, fumier), complétés par des productions agricoles et des déchets agro-alimentaires. Grâce à un co-générateur performant et à l'utilisation de la chaleur dégagée, l'électricité est revendue 0,136 €/kWh. Les analyses du digestat réalisées en 2009 montrent l'évolution de la composition des matières au cours de la méthanisation, ainsi que les variations de composition des digestats selon leur teneur en matière sèche. Des expérimentations de cultures de maïs et sorgho (en culture annuelle ou dérobée) ont également été mises en place pour juger de leur intérêt dans cette filière.

### SUMMARY

**Utilization of effluents and of products from farms for the production of methane. Actual case in the département of Loiret : a farm run by Messrs Beets in co-operation**

The production of methane is a new way of creating renewable energy which may be applicable to farms. In the département of Loiret, a methane-producing unit with a capacity of 150 kW-hour was set up by farmers, Messrs Beets, working in co-operation. Its main source of raw materials is constituted by farm effluents (farmyard manure, slurry), complemented by agricultural products and waste. Thanks to a high-performance co-generator and to the utilization of the heat emitted, electricity could be produced and resold at 0.136 euros per kW-hour. The residues of the process were analysed in 2009 and the results showed how the composition of the substances changed during the production of methane and how the nitrogenous compounds varied with the dry-matter contents of the residues. Trials with maize and sorghum (as annual crops or as catch-crops) were set up to assess their possible use in this way.

En 2006, la méthanisation était très peu connue en France, mais une nouvelle grille de tarification plus intéressante pour le rachat d'électricité produite à partir d'énergie renouvelable a été mise en place. Face à la demande de plusieurs agriculteurs, la Chambre d'Agriculture du Loiret a donc organisé une session de formation pour découvrir cette nouvelle filière.

Depuis, 5 frères, regroupés au sein d'un GAEC, ont réfléchi à un projet de méthanisation à partir des effluents de leur exploitation auxquels ils ont ajouté des déchets

d'industries agro-alimentaires et des produits de l'exploitation.

Aujourd'hui, l'unité de méthanisation fonctionne depuis un an. Globalement, la famille BEETS est très satisfaite de s'être lancée dans cette aventure. Les résultats sont à ce jour proches de ceux annoncés mais des questions importantes se posent encore sur le "gisement" en éléments fermentescibles et sur la valorisation du digestat.

### AUTEUR

Chambre d'Agriculture du Loiret, 13, avenue des Droits de l'Homme, F-45000 Orléans ; laurent.lejars@loiret.chambagri.fr

### MOTS CLÉS

Calcium, composition chimique, culture dérobée, engrais organique, étude économique, exploitation agricole, fumier, lisier, magnésium, maïs, méthane, plante énergétique, production fourragère, sorgho fourrager, valeur énergétique.

### KEY-WORDS

Calcium, catch crop, chemical composition, economic study, energy producing crop, energy value, farm, forage maize, forage production, forage sorghum, magnesium, manure, methane, organic fertilizer, slurry.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Lejars L. (2010) : "La valorisation des effluents et produits d'exploitation par la méthanisation. Exemple d'un cas concret dans le Loiret : le GAEC Beets", *Fourrages*, 203, 175-181.

## 1. La méthanisation

### ■ Principe

La méthanisation est un processus de fermentation biologique de matières organiques qui se déroule en milieu anaérobie, au contraire du compostage. Ces matières organiques, souvent qualifiées de "gisement", peuvent avoir des origines et natures variées (Ademe, 2008). La fermentation a pour effet de dégrader les éléments carbonés. Le résultat de cette fermentation aboutit à deux produits : le digestat et le biogaz.

La fermentation a lieu dans un digesteur (figure 1). Les produits entrants y séjournent entre 30 et 60 jours (selon la température du milieu) puis, une fois "digérés", deviennent des digestats et sont stockés dans une cellule spécifique.

Les méthaniseurs développés actuellement en France sont de **deux types** :

- **Dans la majorité des cas**, la fermentation a lieu dans un **milieu liquide avec une fermentation dite en continu** dans le "digesteur". Le liquide est brassé pour assurer une bonne homogénéité et une bonne fermentation de l'ensemble des éléments introduits. Les conditions du milieu doivent être strictes (en température, pH, matière sèche, taux de matière grasse...). C'est sur ce type de méthaniseur que nous réalisons l'ensemble de nos études.

- **Plus rarement** (un site en France), la méthanisation a lieu en "**sec**", à base essentiellement de fumier. Celui-ci est stocké dans un milieu anaérobie, légèrement humidifié. L'ensemble n'est pas remué, contrairement à un compostage. La digestion est dans ces conditions un peu plus longue.

### ■ La valorisation des produits

Le **digestat** est donc la plupart du temps essentiellement liquide. Sa composition minérale est

voisine de celle des produits introduits dans le digesteur. La grande différence entre les produits entrants et le digestat réside dans l'évolution du taux de matière organique et dans la perte en carbone ; les produits azotés se retrouvent majoritairement sous forme ammoniacale.

Ce digestat représente **un produit très intéressant comme fertilisant** pour l'agriculture, et c'est la seule valorisation actuellement développée. La **forme ammoniacale de l'azote** nécessite en revanche de bien raisonner son épandage afin de limiter les pertes par volatilisation et d'optimiser son efficacité.

Le **biogaz** est le **mélange gazeux** issu de la fermentation. Il comprend en majorité (Solagro, 2005) du méthane (50 à 60%), du CO<sub>2</sub> (35%) et quelques autres gaz (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O).

Ce biogaz peut avoir **plusieurs valorisations** possibles :

- En général, il est valorisé *via* un **co-générateur pour produire de la chaleur et de l'électricité**. Ces "moteurs" ont un rendement énergétique global de 80-85% et cette production d'énergie est répartie pour 35-45% en chaleur et 30-42% en électricité. Dans ces situations, il est nécessaire d'avoir une source de valorisation de la chaleur d'autant que le prix de rachat de l'électricité de 0,11 €/kWh peut être majoré de 0 à 0,03 €/kWh selon la valorisation énergétique globale (électricité + chaleur) de l'unité. Au final, le prix de rachat de l'électricité obtenue par la voie de la méthanisation à la ferme varie de 0,11 à 0,14 €/kWh.

- Le biogaz peut également être valorisé **directement comme carburant**. Quelques villes dans le nord de l'Europe ont équipé leur réseau de bus avec des moteurs à gaz.

- Plus récemment, des projets sont en cours pour réinjecter directement le méthane issu du biogaz **dans le réseau de gaz de ville**. Cette opération nécessite une épuration du biogaz qui est assez coûteuse. Pour l'instant, le tarif de rachat du méthane issu de ces unités n'est pas encore fixé.

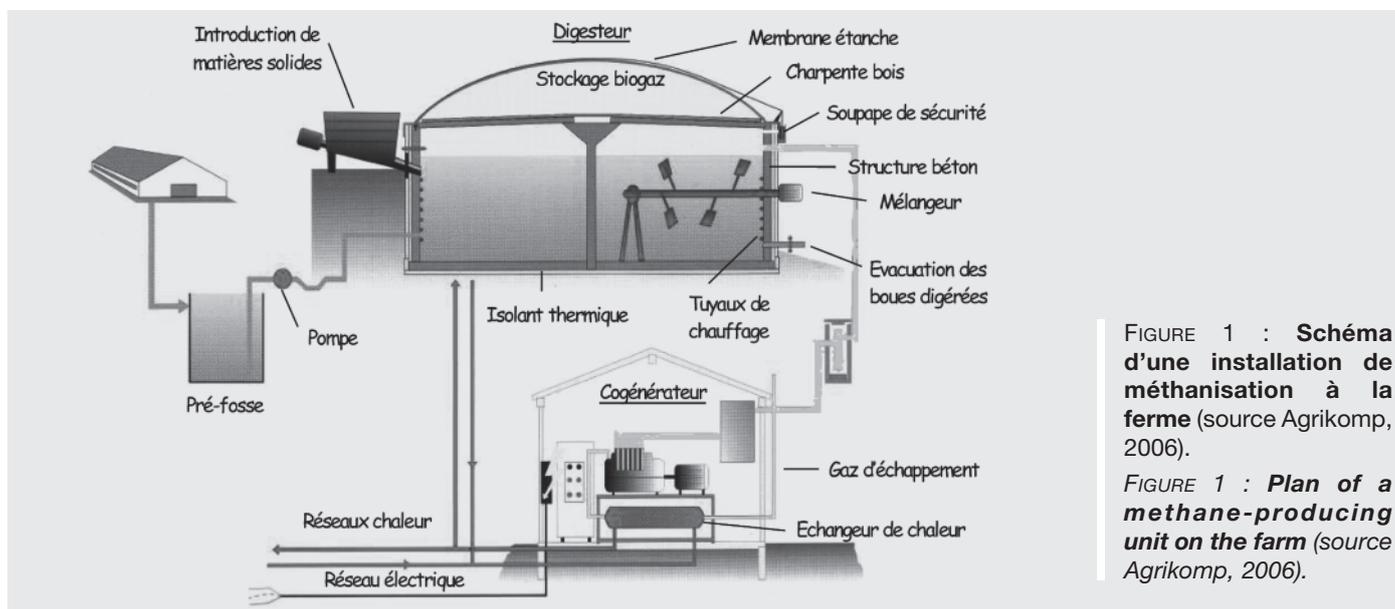


FIGURE 1 : **Schéma d'une installation de méthanisation à la ferme** (source Agrikomp, 2006).

FIGURE 1 : **Plan of a methane-producing unit on the farm** (source Agrikomp, 2006).

## ■ Les différents types de projets de méthanisation rencontrés

Au niveau des Chambres d'Agriculture, nous avons actuellement à accompagner trois types de projets de méthanisation en fonction des sources d'approvisionnement en matières fermentescibles et de la valorisation de la chaleur :

- **Les projets d'exploitation agricole** sont portés par un ou plusieurs agriculteurs. Le gisement provient le plus souvent des exploitations (effluents, cultures énergétiques...) et il est complété par quelques déchets provenant de collectivités ou d'industries de proximité. Le digesteur est positionné sur l'exploitation et la chaleur est faiblement valorisée. Les puissances des installations sont de l'ordre de 75 à 200 kWél (kilowatt électrique : l'unité utilisée en méthanisation pour dimensionner la puissance des projets).

- **Les projets collectifs**, portés par un ensemble d'agriculteurs, sont souvent associés à une collectivité qui valorise directement la production de chaleur (lycée, collège, maison de retraite...). Le gisement reste à dominante agricole mais nous trouvons de plus en plus de produits issus des industries locales. Les puissances de ces projets sont plus importantes : de 200 kWél à 1 MWél (mégawatt électrique).

- **Les projets industriels** qui sont souvent positionnés sur des sites à fort besoin en chaleur. La puissance nécessaire est en général importante (500 kWél à 2 MWél)... comme les besoins en matière première : > 20 000 t/an ! Les produits entrants sont donc fournis par l'industrie et complétés par des effluents agricoles. Pour ces sites, le problème est de trouver la surface nécessaire pour l'épandage du digestat (> 1 000-2 000 ha).

Ces deux derniers cas de méthanisation mettent en relation de nombreux acteurs du territoire pour l'approvisionnement du digesteur (agriculteurs, collectivités, industriels, gestionnaires de déchets), pour le suivi des unités (artisans chauffagistes) et pour le transport des matières (agriculteurs, entreprises de travaux agricoles, transporteurs...).

## 2. Le GAEC BEETS

### ■ Présentation générale

Le GAEC BEETS est situé à Saint-Germain-des-Près dans le Loiret. Il exploite 448 ha et compte **2 élevages importants**, l'un de porcs (160 truies en système "naisseur - engraisseur") et l'autre laitier (175 vaches, VL). Le GAEC dispose donc d'une **base de produits agricoles méthanisables** (lisier et fumier) **importante** : 8 600 t/an.

Il est logique que, dès 2006, les frères BEETS se soient intéressés à la **méthanisation pour améliorer le bilan énergétique** qu'ils venaient de réaliser sur l'exploitation. Suite à des visites et formations sur ce thème, ils se sont rapidement rapprochés de la société Agrikom<sup>1</sup> spécialisée dans les unités de méthanisation à

la ferme, pour construire leur projet. Les premiers kilowatts électriques ont été produits mi-décembre 2008. Trois ans auront été nécessaires pour finaliser le projet, répondre aux exigences administratives, créer la structure juridique, construire le montage financier, rechercher des subventions et construire l'unité.

### ■ Descriptif du projet

**Le gisement** (lisier et fumier) était assez important initialement. Le tonnage de lisier, largement dominant (7 500 t), offrait également beaucoup de souplesse pour accueillir des déchets riches en matière sèche. En effet, pour des raisons de fluidité, le mélange de matière doit rester assez liquide et ne pas dépasser les 20% de matière sèche.

Aujourd'hui, le gisement de matière fait environ 10 000 t (tableau 1). Aux matières de base que sont les effluents d'élevage apportés au digesteur sont ajoutées des cultures produites sur l'exploitation (ensilages d'herbe et de sorgho) et des déchets de légumes issus d'un industriel local. L'objectif des frères BEETS a toujours été de garder le maximum d'autonomie dans l'approvisionnement afin de ne pas être dépendants d'un fournisseur de déchets pour la production de biogaz.

**Le digesteur** de 1 200 m<sup>3</sup> en milieu liquide fonctionne en flux continu. Chaque jour, 28 t de matière y sont incorporées. La fermentation des déchets se déroule à 38°C et dure environ 45 j.

**Le co-générateur** utilisé au GAEC BEETS est d'une puissance électrique de 150 kWh. Nous évaluons sa durée de fonctionnement à 8 000 h/an en incluant les temps de vidange et d'entretien.

Le moteur choisi est de **type Dual-Fuel**, c'est-à-dire qu'il fonctionne avec un appoint en fuel. Pourquoi ce choix ? Principalement pour gérer les démarrages de l'unité. En effet, la fermentation ne se produit que lorsque le digesteur est à température élevée. Cette chaleur est normalement apportée par le co-générateur mais, en

Produit	Quantité annuelle (t/an)	Quantité journalière (t/j)	Energie produite (%)
Lisier de bovins	4 500	12,3	14
Lisier de porcins	3 000	8,2	12
Fumier de bovins	1 200	3,3	20
Ensilage d'herbe	550	1,5	17
Ensilage de sorgho	300	0,8	9
Déchets de céréales	200	0,5	22
Déchets de légumes	400	1,1	6
<b>Total</b>	<b>10 000</b>	<b>27,7</b>	<b>100</b>

TABLEAU 1 : Répartition du gisement de l'unité de méthanisation du GAEC BEETS (année 2008).

TABLE 1 : Constitution of the raw material source on the farm of Messrs BEETS for the production of methane (year 2008).

1 : Agrikom : société spécialisée dans la conception, le montage et le suivi d'unités de méthanisation agricole ; siège social à Soings-en-Sologne (41230) ; responsable : M. Paul Mouzay

absence de biogaz (donc en phase de démarrage), il faut trouver une source de chaleur. Une chaudière d'appoint aurait eu un coût trop élevé. De plus, ces moteurs Dual-Fuel ont un rendement électrique plus performant que les moteurs à gaz. Globalement, ce type de co-générateur a **un très bon rendement énergétique total** (81%) avec des caractéristiques de rendement spécifiques : un rendement électrique de 41% (alors que les moteurs à gaz sont proches de 38%) et un rendement thermique de 40%.

Ce co-générateur produit 1 100 000 kWh/an d'électricité et, dans le même temps, (presque) l'équivalent en chaleur soit 1 000 000 kWh. L'électricité produite sur ce site est revendue à EDF *via* un tarif spécifique. La chaleur est valorisée dans le digesteur (à 42%) ainsi que pour chauffer la porcherie et deux maisons d'habitation qui se trouvent à proximité. Mais, actuellement, une partie de cette chaleur n'est pas valorisée durant la période estivale.

**Le digestat** : Pour gérer les épandages de lisier, le GAEC BEETS disposait déjà d'un séparateur de phases qui permet d'extraire une matière "solide" à 20% de MS et une matière liquide à 3% de MS. Ce séparateur de phases est aujourd'hui utilisé pour le digestat. La partie liquide est épandue à l'aide de rampes d'épandage et la partie solide avec un épandeur. L'épandage de ces digestats se réalise à deux périodes de l'année : à l'automne sur colza et au printemps sur les céréales et le maïs.

**L'intérêt économique et environnemental** de ce projet de 150 kWh : l'investissement (construction) a été de plus de 850 000 € (soit 5 660 €/kWél). Le coût de ce premier projet en région Centre est supérieur au coût des unités mises en place en Allemagne (références Ademe de l'ordre de 4 000 €/kWél) où la méthanisation est beaucoup plus développée : plus de 4 000 unités en fonctionnement contre 12 en France. Dans ce contexte et par rapport aux risques pris par les "pionniers" de la méthanisation, des subventions sont actuellement accordées. Pour ce projet, le montant global des subventions accordées par l'Europe, la région Centre et le Conseil Général du Loiret s'est élevé à 200 000 €.

C'est la vente d'électricité qui assure la majorité des recettes en méthanisation. Dans le cas du GAEC BEETS, avec la valorisation de la chaleur sur la porcherie et les 2 maisons d'habitation, le rendement énergétique total est

de 64,7%, ce qui donne un prix de rachat de l'électricité de 0,136 €/kWh.

Globalement, l'EBE (excédent brut exploitation) de ce projet est de 88 500 €/an (l'EBE ne prend pas en compte les annuités), ce qui donne un temps de retour sur investissement de 7,3 ans. Dans le calcul économique, les économies d'engrais liées à la valorisation du digestat, estimées à 10 000 €/an, n'ont pas été prises en compte.

D'un point de vue environnemental, l'économie globale des émissions de CO<sub>2</sub> a été évaluée à 3 000 t éqCO<sub>2</sub> (source Agrikomp).

### 3. Suivi de la composition des produits et analyse des digestats

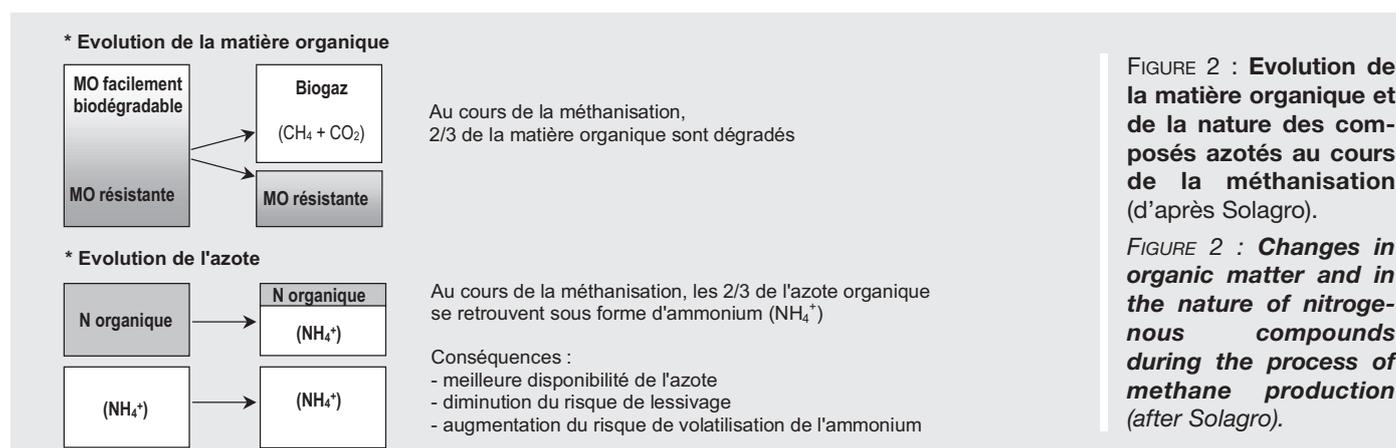
#### ■ Les hypothèses retenues pour le digestat

Lors de la construction du projet du GAEC BEETS, la Chambre d'Agriculture du Loiret a dû élaborer un plan d'épandage. Les références sur l'évolution de la matière organique ainsi que l'ensemble des éléments minéraux (notamment l'azote) durant la phase de digestion étaient peu nombreuses. Notre principale source provenait de Solagro (figure 2) qui avait recueilli ces informations auprès des structures allemandes.

Pour les éléments minéraux, nous avons travaillé sur l'hypothèse que l'ensemble des éléments introduits dans le digesteur se retrouvaient dans le digestat. Après un an de fonctionnement, nous avons effectué une campagne d'analyses pour valider les références présentées par Solagro.

#### ■ Analyse des matières entrantes et du digestat

Les différentes matières entrantes ont été analysées (au moins 3 analyses par produit ; tableau 2) ; en appliquant leurs proportions respectives d'incorporation, il est possible d'évaluer la composition moyenne du "gisement" (dernière colonne du tableau 2).



	Lisier de bovins	Lisier de porcs	Fumier de bovins	Déchets de carottes	Sorgho	Herbe	Déchets de céréales	Gisement (moy. pondérée)
<b>Taux d'incorporation</b> (% pondéral)	55,7	18,9	12,7	2,7	3,9	5,0	1,2	
<b>Matière sèche</b> (%)	6,24	4,31	27,93	11,23	26,40	26,40	85,90	<b>11,52</b>
<b>Composition chimique</b> (kg/t brut)								
- <b>Azote total</b> (NT)	2,86	6,06	4,81	2,11	4,28	4,20	18,90	<b>4,01</b>
- <b>Azote NH<sub>4</sub></b>	1,82	4,45	1,38	0,13	0,13	0,13	0,43	<b>2,05</b>
- <b>Matière organique</b>	50,72	28,12	226,61	82,64	246,84	230,21	774,82	<b>95,01</b>
- <b>Carbone</b>	25,14	15,86	110,65	40,33	115,90	109,56	352,19	<b>46,37</b>
- <b>C/N</b>	8,85	3,40	27,80	20,50	27,10	28,00	18,60	<b>4,93</b>
- <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,28	3,26	2,88	1,01	1,16	1,61	5,84	<b>1,92</b>
- <b>K<sub>2</sub>O</b>	2,68	4,16	8,93	3,79	4,86	9,74	13,92	<b>4,36</b>
- <b>CaO</b>	1,95	1,97	4,00	5,66	1,45	1,17	2,32	<b>2,26</b>
- <b>MgO</b>	0,74	0,85	1,74	0,49	0,40	0,53	1,12	<b>0,86</b>
- <b>Soufre</b>	0,08	0,82	1,80	0,40	0,42	1,11	5,76	<b>0,58</b>
<b>Proportion NH<sub>4</sub>/NT</b> (%)	63,69	73,41	28,65	6,39	3,09	3,14	2,27	<b>53,47</b>

TABLEAU 2 : Composition chimique moyenne du "gisement" assurant le fonctionnement du digesteur du GAEC BEETS en 2009.

TABLE 2 : Mean chemical composition of the materials used for the methane production in the farm of Messrs BEETS in 2009.

Le digestat brut a été régulièrement analysé ; les prélèvements ont été effectués juste avant les épandages. Les résultats peuvent être confrontés aux évaluations correspondant au produit entrant (tableau 3).

Nous pouvons observer les tendances suivantes :

- **Pas ou peu de variations sur la composition en minéraux** : en acceptant une incertitude de 6%, nous retrouvons l'ensemble des minéraux entrants dans le digestat (seule anomalie : le digestat semble s'être enrichi en magnésie comparativement au produit initial sans que nous puissions pour l'instant trouver d'explication à ce résultat...). Fort heureusement, ce constat de stabilité de la composition minérale est conforme aux hypothèses que nous avons retenues pour établir le plan d'épandage. Pour l'azote, nous pouvions craindre une perte sous forme gazeuse. Si réellement il y en a, à la vue de ce tableau, elle semble être négligeable.

	Gisement (théorique) (G)	Digestat (réel) (D)	Rapport D / G (%)
<b>Matière sèche</b> (%)	11,52	6,87	59,6
<b>Composition chimique</b> (kg/t brut)			
- <b>Azote total</b> (NT)	4,01	3,85	96,0
- <b>Azote NH<sub>4</sub></b>	2,05	2,45	<b>119,3</b>
- <b>Matière organique</b>	95,01	50,79	<b>53,5</b>
- <b>Carbone</b>	46,37	24,07	<b>51,9</b>
- <b>C/N</b>	4,93	6,29	<b>127,6</b>
- <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,92	1,80	93,9
- <b>K<sub>2</sub>O</b>	4,36	4,34	99,6
- <b>CaO</b>	2,26	2,31	102,0
- <b>MgO</b>	0,86	0,99	115,2
- <b>Soufre</b>	0,58		
<b>Proportion NH<sub>4</sub>/NT</b> (%)	53	64	<b>119,0</b>

TABLEAU 3 : Comparaisons des analyses entre le "gisement" et le digestat de l'unité de méthanisation du GAEC BEETS pour l'année 2009.

TABLE 3 : Comparison of the analyses of the initial products with those of the residues in the methane producing plant farm of Messrs BEETS in 2009.

- **Un taux de dégradation de la matière organique limité à 45%** : selon les hypothèses de Solagro, nous avons retenu une dégradation de 66%. Cet écart peut avoir plusieurs explications :

- Les références diffusées par Solagro en 2006 proviennent d'unités allemandes dans lesquelles les bases de gisement sont des cultures énergétiques (maïs) qui se dégradent certainement plus facilement. Pour le GAEC BEETS, 30% de la matière organique entrante provient du fumier. Il se peut que cette matière soit moins dégradée durant la digestion.
- Le temps de séjour : la dégradation de la matière organique est très variable entre produits. Dans ce type d'unité où tout est mélangé, nous devons faire un compromis pour définir un temps de séjour. Dans le cas du GAEC BEETS, il est de 45 jours. Serait-il judicieux de l'allonger ? Dans le cas présent, les matières à méthaniser sont en quantités élevées, ce qui justifie un temps de séjour dans le digesteur court. Par ailleurs, le digestat étant valorisé sur les terres de l'exploitation, cette matière organique ne sera pas perdue.

- **20% de l'azote organique se retrouve sous forme ammoniacale** : nous avons retenu une hypothèse de 66% (cf. figure 2 ; Solagro, 2006). Cette différence est bien sûr liée à l'observation précédente. Au final, le taux d'azote ammoniacal est ici de 64%, ce qui reste un produit proche d'un lisier alors que nous nous attendions à une proportion beaucoup plus élevée (> 80%).

## ■ La composition des différents types de digestats

Sur le GAEC BEETS, une partie du digestat brut passe au séparateur de phases. Les produits épandus ont donc trois formes : le digestat brut (DB), le digestat séparé solide (DSS) et le digestat séparé liquide (DSL), qui ont été également analysés.

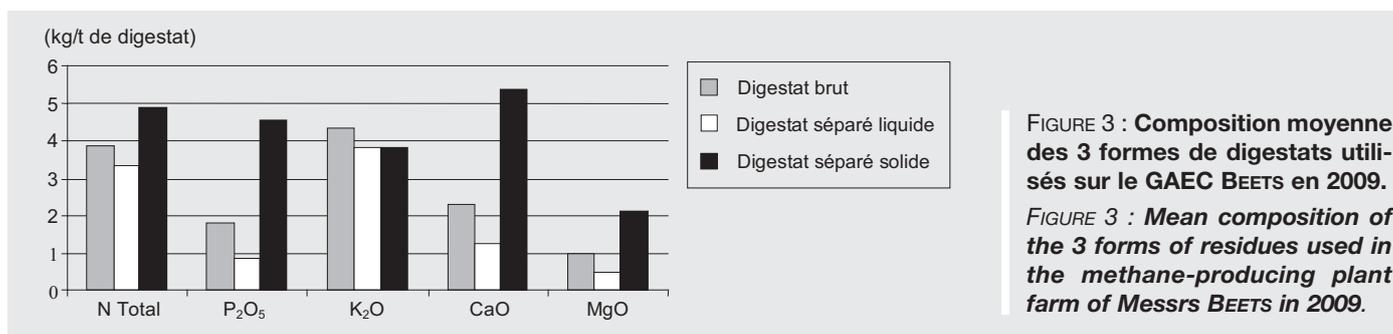


FIGURE 3 : Composition moyenne des 3 formes de digestats utilisés sur le GAEC BEETS en 2009.

FIGURE 3 : Mean composition of the 3 forms of residues used in the methane-producing plant farm of Messrs BEETS in 2009.

La figure 3 montre que les principales différences entre les trois formes portent sur :

- les teneurs en azote : **le digestat solide contient un peu plus d'azote total**. Dans ce digestat, la **forme ammoniacale n'est que de 50%** au contraire du digestat liquide qui contient jusqu'à 70% d'azote ammoniacal ;

- les teneurs en phosphore : **le phosphore** contenu dans le digestat brut **se retrouve essentiellement dans la phase solide** après séparation de phases.

#### 4. Le gisement source d'énergie

Lors du lancement d'un projet de méthanisation, **l'agriculteur** (ou le porteur de projet) **doit s'engager à fournir de l'électricité sur une période de 15 ans**. La difficulté actuelle porte donc sur la garantie, durant toute cette période, de trouver le gisement qui puisse assurer cette production d'énergie. Peu d'industriels acceptent de s'engager pour un approvisionnement sur une durée supérieure à 4 ans ; c'est pourquoi les agriculteurs construisent souvent leur projet en essayant de fournir le maximum de matière à partir de l'exploitation (effluents, cultures énergétiques...). Il est alors plus facile par la suite de substituer à leur gisement de base (souvent les cultures) des produits plus "calorifiques" et/ou moins coûteux, issus de l'industrie.

Sur le GAEC BEETS, nous avons donc mis en place dès 2006 des **essais de production de biomasse à des fins de méthanisation** pour en évaluer l'intérêt.

Le tableau 4 présente les résultats moyens de production de **maïs et sorgho en culture annuelle ou dérobée** (derrière des céréales immatures). Le calcul de l'intérêt économique relève de références issues du réseau Rosace en région Centre. Les résultats de production de l'ensilage d'herbe ont été évalués à dire d'experts.

Pour le résultat économique, nous n'avons retenu ici que les charges de production au champ. Pour obtenir le résultat économique réel, il faut rajouter les charges liées à la production de méthane et d'électricité qui sont propres à chaque unité. En aucun cas, la mise en place d'une unité de méthanisation à partir de cultures énergétiques n'est rentable avec les tarifs de rachat d'électricité actuels. Mais ces cultures deviennent intéressantes si elles sont utilisées en complément de produits "gratuits" comme les lisiers et fumiers. Ces résultats seront à reprendre et à comparer avec l'étude de l'Ademe (2009) "*Méthanisation agricole et utilisation des cultures énergétiques en codigestion*", qui vient de paraître.

Les résultats économiques (tableau 4) sont plutôt à l'avantage des cultures annuelles par rapport aux cultures dérobées. Mais, suite à ces expérimentations, le GAEC BEETS a opté pour un complément de gisement de 300 t issu de sorgho produit en dérobée derrière les céréales immatures et de 550 t d'ensilage d'herbe issu de parcelles conduites en jachère jusqu'à ce jour. Actuellement, **ces cultures énergétiques servent de tampon**. En effet, les exploitants ont de nombreuses propositions de traitements de déchets par des

Type de culture	Production (t MS/ha)	MS (%)	Pouvoir méthanogène (m <sup>3</sup> biogaz/t MF*)	CH <sub>4</sub> produit (m <sup>3</sup> )	Energie produite (kWh)	Production électrique** (kWh)	Produit *** (€)	Coût de production (€/ha)				Résultat économique (€/ha)
								Ch. opérationnelles	Charges mécaniques	Ch. fixes	Total	
<b>Cultures dérobées ensilées</b>												
- sorgho	8,4	24	200	3 850	38 269	14 542	1 745	250	250	0	500	1 245
- maïs	14,5	36	170	3 766	37 434	14 225	1 707	370	250	0	620	1 087
<b>Cultures annuelles ensilées</b>												
- sorgho	12,8	24	200	5 867	58 315	22 160	2 659	250	250	450	950	1 709
- maïs	16,8	32	170	4 909	48 793	18 541	2 225	370	250	450	1 070	1 155
- herbe	12	40	200	3 300	32 802	12 465	1 496	120	190	450	760	736

\* : m<sup>3</sup> de biogaz / t de Matière Fraîche ; \*\* : rendement du moteur de 38% ; \*\*\* : 0,12 €/kWh

TABEAU 4 : **Evaluation de l'intérêt de différentes cultures énergétiques pour un projet de méthanisation** (source : Chambre d'Agriculture du Loiret).

TABLE 4 : **Assessment of the usefulness of various energy-producing crops for a project of methane production** (source : Chambre d'Agriculture du Loiret).

industriels, propositions qui peuvent être intéressantes pour leur intérêt méthanogène ou pour le coût de la prestation de traitement. C'est pour cette raison que **le GAEC n'a pas opté à ce jour pour des productions annuelles à destination du digesteur.**

## Conclusion

Les énergies renouvelables ne cessent de se développer depuis 2006. La méthanisation entre dans cette dynamique avec toutefois un peu moins d'ampleur que l'éolien ou le photovoltaïque. Le tarif de rachat de l'électricité reste faible, surtout comparé à celui pratiqué en Allemagne, et le montage des dossiers est souvent très long et compliqué.

Malgré cela, certains agriculteurs se lancent dans la filière comme l'ont fait les frères BEETS fin 2008. Actuellement, 14 projets agricoles sont à l'étude en région Centre et la dynamique est la même dans de nombreuses autres régions (120 projets recensés en France suite à l'appel à projet méthanisation de 2009).

**Le suivi de cette première unité de méthanisation en région Centre est très riche d'intérêts :**

- Il nous permet, dans un premier temps, de **compléter nos références sur les digestats**. Un Cas-Dar déposé par l'ACTA a été accepté en 2009 sur les effluents d'élevage. Il traitera également des digestats en mutualisant les résultats issus de l'ensemble des partenaires (Bretagne, Vendée, Lorraine et région Centre) afin d'affiner les plans de fumure et la qualité des épandages. Les résultats présentés ici nous permettent déjà de prendre un peu de recul sur l'évolution de la matière organique et de la fraction azotée.

- Les **différences de composition entre digestats sont également importantes à connaître**. De nombreux projets sont actuellement réfléchis collectivement. **Les différences de composition pour le phosphore et l'azote peuvent présenter un intérêt** pour des exploitations actuellement excédentaires sur ces éléments qui pourront ainsi privilégier des digestats séparés liquides pour équilibrer leur plan d'épandage.

- Les agriculteurs s'interrogent également souvent sur **l'intérêt des cultures énergétiques** pour leur projet de méthanisation. A partir des résultats d'expérimentations menées depuis 4 ans et de la première année de fonctionnement du GAEC BEETS, nous pouvons conclure que leur intérêt est double :

- L'introduction de cultures énergétiques permet aux exploitants de garantir un approvisionnement énergétique pour toute la durée de l'engagement du contrat (15 ans). Leur valeur énergétique est souvent très intéressante et donc, en faible proportion parmi les matières introduites dans le digesteur, elles peuvent présenter un réel intérêt économique. Lorsqu'elles sont conduites en dérobée, l'exploitant peut également satisfaire à l'alimentation de son élevage avant d'alimenter son digesteur.

- Ces cultures peuvent avoir plusieurs débouchés : digesteur, élevage, vente pour alimentation ; ainsi, des propositions (opportunités) de traitement de produits moins coûteux, permettant une meilleure rentabilité du projet, peuvent être substituées à l'utilisation de ces productions.

Si la **méthanisation** peut apporter un complément de revenu sur quelques exploitations, elle **pose toutefois encore des questions agronomiques** : tout d'abord sur la valeur réelle de la matière organique après "digestion" ; ensuite sur l'accompagnement nécessaire des agriculteurs dans l'optimisation de l'épandage afin de limiter les pertes par volatilisation pour ces différents digestats.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,  
"Les usages émergents des surfaces prairiales  
et des espèces fourragères",  
les 30-31 mars 2010.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ademe (2008) : *Réussir un projet de méthanisation associant des déchets ménagers, agricoles et industriels*, support de la journée nationale du 7 octobre 2008.
- Ademe (2009) : *Méthanisation agricole et utilisation des cultures énergétiques en codigestion*, mémoire de fin d'étude, O. Brèche et M. Guillaume.
- Agrikomp (2006) : *Méthanisation à la ferme*, support de formation ; F-41230 Soings-en-Sologne.
- Solagro (2005) : *La méthanisation à la ferme*, support de formation.