

**Méthanisation : Enjeux, Potentiels,
Comparaison France/Allemagne**



« Rien ne se perd,
Rien ne se crée ...

Tout se transforme ! »
Antoine Lavoisier



Etudiants :

Mohamed EL FASSI EL FIHRI

Elwenn EON

Sarah HOULEY

Marine LIONNET

Amine MOUSSAOUI

Rachel VIGOT

Enseignant-responsable du projet :

Jamil ABDUL-AZIZ

Date de remise du rapport : **10/06/2016**

Référence du projet : **STPI/P6/2016 – 040**

Intitulé du projet : **Méthanisation : Enjeux, Potentiels, Comparaison France/Allemagne**

Type de projet : **Recherche documentaire et visite d'une unité de méthanisation à la ferme.**

Objectifs du projet :

- *Développer nos capacités d'organisation lors d'un travail de groupe.*
- *Gestion des délais imposés.*
- *Étude de l'organisation de la filière énergétique en France et en Allemagne, ses objectifs, ses atouts et ses difficultés plus particulièrement en France.*
- *Apprendre à adopter une démarche ingénieur : contact des personnes spécialisées dans le domaine, organisation d'une visite d'unité de méthanisation, restitution des connaissances acquises, mise en perspective...*
- *Établir la comparaison des modèles français et allemand afin d'expliquer le retard important de la France.*
- *Comprendre que l'intégration de nouveaux modes de production d'énergie durable a un impact social, économique et environnemental.*

Mots-clefs du projet :

Méthanisation, Politique, Enjeux, Allemagne.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	5
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	6
3. Aspects théoriques.....	7
3.1.La méthanisation : processus et fonctionnement.....	7
3.1.1.Étapes du processus.....	7
3.1.2.Les types de déchets utilisés et leur potentiel méthanogène.....	9
3.2.Enjeux de la méthanisation.....	11
3.2.1.L'écologie au cœur des enjeux de la méthanisation.....	11
3.2.2.Comment inclure la méthanisation dans la société ? Un enjeu économique, politique et social.....	13
4. Comparaison France- Allemagne.....	18
4.1. Allemagne.....	18
4.2.France.....	20
4.3.Comparaison France/Allemagne.....	26
5. Étude de cas : visite d'une unité de méthanisation en France.....	29
5.1.Présentation de l'exploitation du GAEC de Bouclon.....	29
5.2.Les avantages de la méthanisation à la ferme pour les agriculteurs.....	30
5.3.Les principales difficultés rencontrées.....	31
6. Conclusions et perspectives.....	33
Bibliographie.....	36
Annexes.....	38
Documents supplémentaires.....	38
Documentation technique.....	41
Propositions de sujets de projets.....	48

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet physique de deuxième année, nous avons réalisé un travail de documentation sur le sujet « La méthanisation : Enjeux, Potentiels, Comparaison France/Allemagne ». L'enseignant-responsable du groupe, Monsieur Abdul-Aziz, nous a précisé lors de la première séance de projet que l'étude se focaliserait surtout sur la comparaison entre les systèmes français et allemand ainsi que sur une visite d'une unité de méthanisation à la ferme.

Ce sujet est d'actualité puisque la filière méthanisation a connu un essor important ces dernières décennies, en France mais surtout en Allemagne, grâce aux progrès techniques qui ont amélioré et favorisé son exploitation.

En effet, dans l'optique d'une consommation d'énergie durable et plus respectueuse de l'environnement, il est important d'avoir des sources d'énergies alternatives qui remplissent ces objectifs. De fait, la méthanisation présente un grand pouvoir énergétique grâce à la valorisation du méthane, permettant la production de chaleur et d'électricité.

Cependant, la méthanisation est encore peu connue et peu pratiquée en France. En effet, aujourd'hui, ce sont en majorité les centrales nucléaires qui produisent l'énergie électrique, avec également quelques énergies renouvelables, comme les éoliennes, les panneaux solaires et les barrages.

La méthanisation est un procédé de traitement biologique de différentes matières organiques, agricoles ou non, en milieu anaérobie, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. Cela permet de créer du biogaz, contenant du méthane, et du digestat, utilisé comme fertilisant. Le but principal de ce procédé est de produire de l'énergie électrique et de la chaleur.

En première partie de ce dossier, nous présenterons le processus de la méthanisation dans le but d'expliquer son fonctionnement, son utilisation et sa filière. L'objet central de notre rapport portera, bien évidemment, sur la comparaison entre la France et l'Allemagne ainsi que sur les aspects politiques, sociaux et environnementaux qui représentent les conditions essentielles à la réussite de la filière méthanisation. Grâce à cette étude, nous mettrons en exergue les principales failles et dysfonctionnements de la filière méthanisation française par rapport au modèle allemand, précurseur dans ce domaine depuis les années 2000. Enfin, nous établirons un compte rendu de notre visite de l'unité de méthanisation à la ferme du GAEC de Bouclon, situé dans l'Eure.

2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Afin de réaliser au mieux ce projet, nous avons consacré nos premières séances à la recherche d'informations autour de la méthanisation. Il nous est alors paru nécessaire de visiter une unité de méthanisation à la ferme, où nous nous sommes rendus le jeudi 17 mars 2016. Suite à cette visite, nous avons pris environ deux séances dans le but de rassembler convenablement les informations apprises durant la visite. Enfin, nous avons consacré nos dernières séances à la rédaction du dossier.

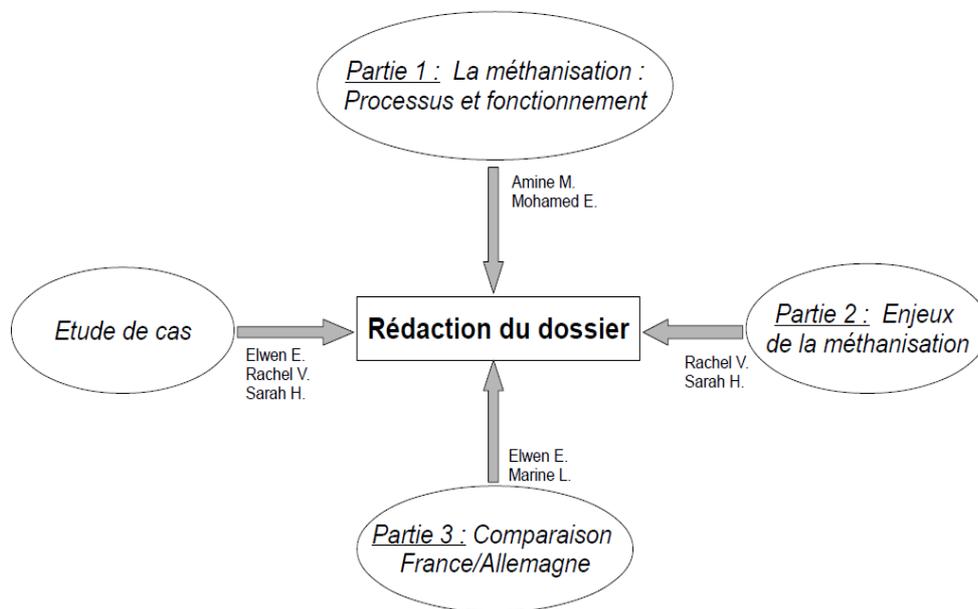


Illustration 1 : Organigramme représentant la répartition des parties pour la rédaction du dossier.

3. ASPECTS THÉORIQUES

3.1. La méthanisation : processus et fonctionnement

La méthanisation est un procédé de dégradation de matières organiques en absence d'oxygène. Elle aboutit à la production d'une part, de digestat, un produit riche en matière organique, et d'autre part, d'un mélange gazeux principalement constitué de méthane, appelé biogaz. Suite à une série d'étapes, le processus permet la production d'énergie électrique et de chaleur.

3.1.1. *Étapes du processus*

Dans un premier temps, les déchets agricoles ou encore industriels constituant la matière organique sont collectés. Certains d'entre eux subissent préalablement un tri mécanique qui permet de ne garder que la fraction organique de ces derniers et de séparer les déchets fermentescibles, c'est-à-dire susceptible de fermenter, qui servent à la méthanisation. Ensuite, en fonction des types de déchets, divers traitements peuvent avoir lieu afin de les épurer et les rendre les plus efficaces pour la méthanisation. Par exemple, le traitement anti-odeur, ou encore l'hygiénisation, sont des traitements respectivement utilisés pour les matières organiques d'origine animale dans le but de réduire les mauvaises odeurs puis de maîtriser les micro-organismes indésirables. C'est alors que le processus de méthanisation peut commencer. Il a lieu dans de grandes cuves fermées appelées digesteurs. La fermentation de la matière organique se fait pendant 15 jours, à une température comprise entre 40 et 60 C°, en l'absence d'oxygène et de lumière. Ceci permet alors d'obtenir du biogaz riche en méthane et du digestat. Le biogaz se compose de 45% à 65% de méthane, de 25% à 45% de dioxyde de carbone, de 6% de vapeur d'eau et de gaz résiduels. Le digestat est quant à lui un résidu solide ou liquide pâteux essentiellement constitué de minéraux et de matériaux organiques non dégradés.

Par la suite, il y existe différentes possibilités de valorisation du biogaz :

- D'une part, le biogaz peut être valorisé en produisant de l'énergie électrique grâce à sa combustion dans une unité de cogénération (moteur à biogaz) et à un alternateur. Le moteur permet de créer de l'énergie mécanique qui sera transformé par l'alternateur en énergie électrique. Lors de son fonctionnement, le moteur de cogénération dégage de la chaleur qui peut, à son tour, être valorisée.
- D'autre part, le biogaz peut également être injecté dans le réseau national de gaz naturel, ayant préalablement subi une épuration afin d'en retirer les composants autres que le méthane. Dans certains cas, il peut aboutir à la production de biocarburant. Le biocarburant est un carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles.

Enfin, le digestat obtenu peut également être valorisé. Après traitement, il est souvent utilisé comme engrais pour les cultures. Ceci permet de réduire l'utilisation d'engrais

minéraux. Le schéma ci-dessous résume plus précisément les différentes façons de valoriser le digestat.

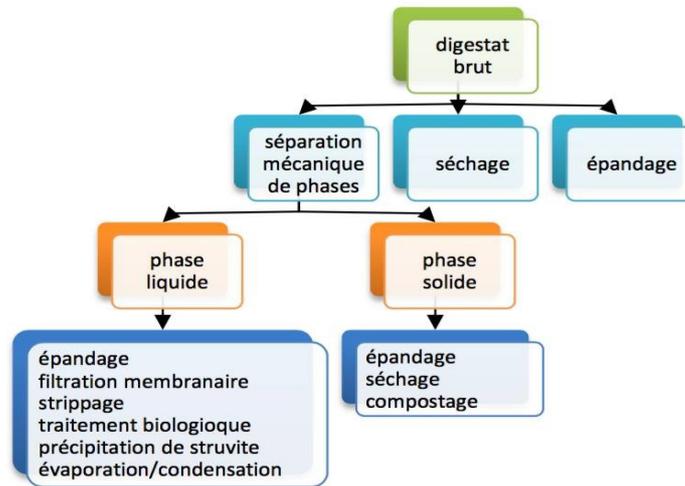


Illustration 2 : Valorisation du digestat, produit de la méthanisation.

Le processus biologique de la méthanisation se divise en 4 étapes :

- **L'hydrolyse** : Elle permet de transformer la matière organique complexe (déjections animales, déchets de l'industrie agro-alimentaire...) en matière organique simple (sucres, alcools, acides aminés...) grâce à des enzymes exocellulaires, c'est-à-dire produites à l'extérieur des cellules.
- **L'acidogenèse** : Elle permet de transformer les produits obtenus précédemment, en matière organique solubilisée (acides organiques, alcool, hydrogène, dioxyde de carbone) grâce à des espèces microbiennes dites acidogènes.
- **L'acédogenèse** : Cette étape permet de transformer les divers composés obtenus dans l'étape précédente en précurseurs directs du méthane (acétate, hydrogène, dioxyde de carbone) : les acides gras volatils.
- **La méthanogenèse** : Elle est assurée par des micro-organismes en milieu anaérobie. Il y existe deux possibilités d'obtention du méthane :
 - ➔ A partir de dihydrogène et de CO₂ : $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - ➔ A partir d'acétate : $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$

3.1.2. Les types de déchets utilisés et leur potentiel méthanogène

1 Les différents types d'intrants du digesteur

Les ressources de la méthanisation sont diverses mais elles doivent toutes être obligatoirement de nature organique. On peut les séparer en différents types de déchets selon leur provenance :

➤ **Les déchets issus de l'industrie agro-alimentaire :**

Par les déchets des industries agro-alimentaires nous désignons les déchets d'abattoir, par exemple les eaux usées condensées, les os, les peaux, le sang... Ces déchets ont un potentiel méthanogène élevé. En effet, ils sont capables de générer un volume de méthane oscillant entre 50 et 100 mètres cube par unité de tonne.

➤ **Les déchets de nature « verte » :**

Cela concerne les restes des collectivités au niveau des jardins (gazon tondu, feuilles mortes...). Ces derniers possèdent aussi un pouvoir méthanogène considérable qui est en moyenne de 90 mètres cubes par unité de tonne.

➤ **Les déchets issus des matières grasses :**

Au niveau des déchets gras, nous distinguons un mélange d'eau, de graisses, de protéines et surtout de matière minérale, qui permettent une production de gaz importante en milieu anaérobie. Ils sont nombreux, mais les plus rentables du point de vue de la production du volume de méthane restent les graisses usagées du domaine agro-industriel, par exemple, les huiles de friture. Leur pouvoir méthanogène est hors norme, une tonne de ce type de résidu peut produire jusqu'à 460 mètres cube de méthane.

➤ **Les déjections animales :**

Les déjections animales peuvent être séparées en deux catégories :

- D'une part le lisier, une mixture où baignent les excréments et l'urine des animaux, il est essentiel à la méthanisation car son état liquide permet aux producteurs une manipulation facile, de plus, c'est un grand régulateur de pH.
- D'autre part le fumier, qui est un mélange de lisier et de paille sèche. De même, il présente un grand nombre d'avantages pour la méthanisation. Premièrement, par son taux de matière sèche élevée, qui homogénéise le mélange visqueux, et deuxièmement, le fumier est souvent connu pour sa capacité à supporter les bactéries, qui sont essentielles au bon déroulement des réactions dans le digesteur.

Par conséquent, il existe différents types d'intrants assimilables par un digesteur. Ces substrats qui fermentent pendant une longue durée au cours de la méthanisation, présentent un pouvoir méthanogène qui varie d'une entité organique à une autre.

2 Les différents pouvoirs méthanogènes¹

Nous avons vu auparavant qu'il existe plusieurs types de gisement qui, soumis à des conditions particulières, produisent du méthane. De ce fait, selon la nature de gisement, c'est-à-dire soit effluents d'élevage, soit matières végétales ou encore les déchets des collectivités, le pouvoir méthanogène est différent. En fonction de ce potentiel nous pouvons classer ces gisements. Actuellement, les effluents d'élevage sont les moins productifs de méthane par unité de masse, en deuxième position nous avons les matières végétales et finalement les différents déchets des collectivités. Ceci reste néanmoins une vision globale sur les types des gisements, car dans chaque groupe il y a des gisements de natures différentes avec des pouvoirs méthanogène extrêmement variant, par exemple, dans les effluents d'élevage, le lisier porcin ne peut pas produire plus de 20 mètres cube par unité de tonne alors que les fientes de volailles, qui sont aussi des effluents d'élevage, atteignent les 150 mètres cubes.

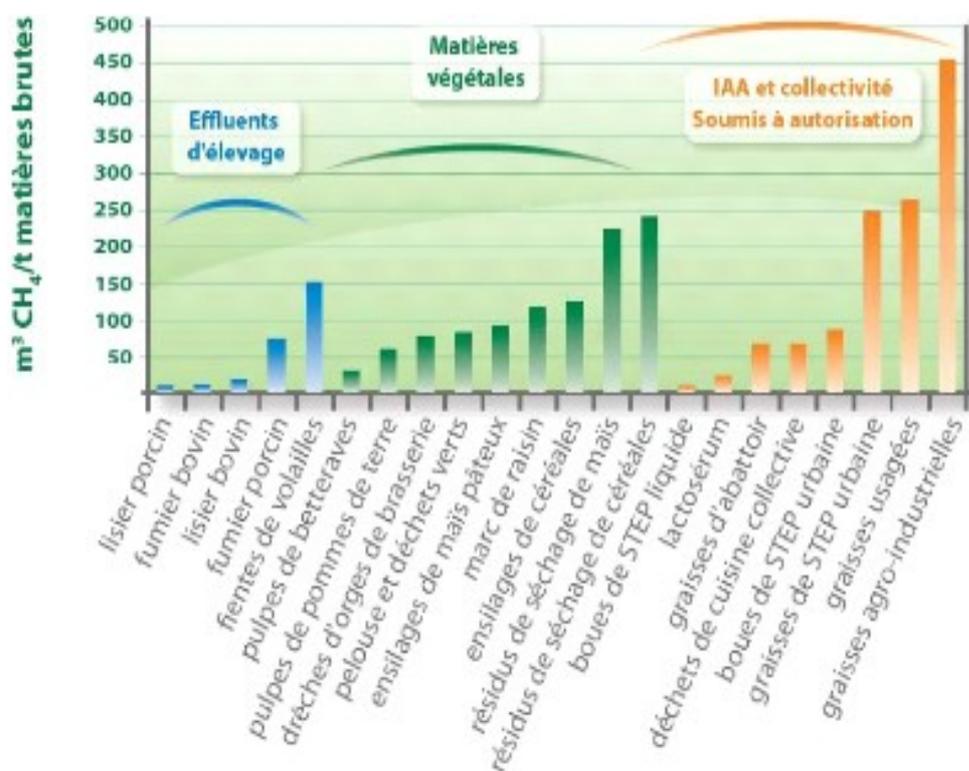


Illustration 3 : Potentiels méthanogènes des différents gisements.

Le processus de la méthanisation peut être résumé par un schéma, situé en annexe 3.

¹. Voir annexe 3 : « Potentiel méthanogène »

3.2. Enjeux de la méthanisation

3.2.1. *L'écologie au cœur des enjeux de la méthanisation*

Au cours du XIX^{ème} siècle, la mutation industrielle a exacerbé les besoins énergétiques, faisant d'abord appel au charbon puis au pétrole, de sorte que les combustibles fossiles devinrent la source d'innombrables pollutions de l'air, de l'eau et des sols, depuis le stade de leur extraction jusqu'à celui de leur utilisation. Aujourd'hui, avec le développement de notre société de consommation et des nouvelles technologies, de nouvelles sources d'énergies se sont ajoutées aux anciennes causes de contamination de l'environnement. Il s'agit de causes nouvelles liées, par exemple, à la spectaculaire croissance de la chimie organique de synthèse. Au-delà de l'aspect écologique, se pose le problème de l'épuisement des ressources fossiles. En effet, l'épuisement de ces dernières étant irrémédiable, il est indispensable de trouver des solutions alternatives de production d'énergies afin de les remplacer. Pour ce faire, le développement de nouvelles énergies non polluantes et plus respectueuses de l'environnement est impératif.

L'Homme exploite déjà certaines des énergies renouvelables. En effet, l'augmentation du prix des combustibles fossiles et les conséquences environnementales néfastes que ces derniers entraînent incitent l'Homme à utiliser de nouvelles sources d'énergie pour subvenir à ses besoins énergétiques :

- Les panneaux solaires (ou photovoltaïques) qui permettent de capter directement l'énergie lumineuse.
- Les éoliennes qui utilisent une hélice pour produire de l'électricité à partir du vent.
- Les hydroliennes qui utilisent une hélice pour produire de l'électricité à partir des courants marins.

Cependant, pour pallier à l'utilisation des combustibles fossiles, il est nécessaire de multiplier les sources d'énergies renouvelables. L'un des inconvénients majeurs de ces énergies réside dans le fait que la plupart d'entre elles ne sont pas stockables. De plus, elles sont dépendantes du climat donc a fortiori de la région où elles sont exploitées. La production électrique issue de toutes ces énergies n'est donc pas toujours prévisible.

En ce qui concerne les biocarburants, ce sont des « carburants d'origine agricole ». Ils sont obtenus à partir de matières organiques végétales ou animales, appelées encore biomasse et sont utilisés dans les moteurs.

L'huile pour le biodiesel est obtenue à partir de colza ou de tournesol, l'éthanol pour les voitures à essence est obtenu à partir de blé ou de betterave. Cependant, cette production de biocarburants peut avoir des effets néfastes sur l'environnement, elle rentre en concurrence avec les productions agricoles pour l'alimentation et accentue la déforestation pour étendre les surfaces cultivables dans les pays en voie de développement. Ainsi, les principaux obstacles à l'utilisation des énergies renouvelables sont le prix de production, le caractère intermittent et la difficulté de stockage.

Pour ce qui est du biogaz, il n'en va pas de même. En effet, le biogaz s'est beaucoup développé depuis les années 1970 chez nos voisins d'Outre-Rhin par le biais notamment de

la méthanisation. Plus de 7 700 unités de méthanisation sont actuellement en exploitation en Allemagne. La France, elle, est loin derrière, alors qu'elle possède le premier potentiel de biogaz de par son importante activité agricole et agro-industrielle.

La production de biogaz au travers de la méthanisation représente l'un des seuls modes de production d'énergie renouvelable totalement vertueux : en amont, il constitue une solution de traitement des déchets organiques, et en aval, produit de l'énergie verte - gaz, électricité et chaleur - et des fertilisants naturels. Ceci permettant de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre.

Aujourd'hui, avec l'accroissement du coût de l'énergie et une prise en compte croissante de l'environnement dans les pratiques agricoles, industrielles et publiques, la méthanisation constitue une technologie particulièrement attractive. De plus, ce mode de production d'énergie permet à toutes les échelles la réutilisation des résidus organiques qu'ils proviennent de l'industrie, de l'agriculture ou encore des consommateurs.

La production de biogaz constitue une véritable alternative à l'exploitation des énergies fossiles. En ce qui concerne l'efficacité du biogaz, il produit sept fois plus d'électricité que le photovoltaïque. Sur le plan environnemental, il permet de limiter le recours aux engrais minéraux chimiques par l'utilisation du digestat. Ce dernier est d'ailleurs très performant puisque, grâce à la modification de la viscosité lors de la bio-méthanisation, le digestat est épandu plus uniformément sur le sol qu'un fertilisant minéral.

Les effluents d'élevage sont généralement stockés dans les exploitations ou au bord des champs, générant des nuisances olfactives mais également la perte des composés azotés par lessivage ou évaporation. La décomposition des effluents d'élevage, sans passer par la méthanisation, cause une production de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère, ce qui équivaut à une production non contrôlée de gaz à effet de serre (GES). Lors de la digestion, la minéralisation de l'azote (sous forme NH_4^+) et la diminution de la teneur en matière sèche ont des conséquences positives sur la valorisation agronomique du digestat, sauf en ce qui concerne les pertes par volatilisation si elles ne sont pas contrôlées. Ainsi le digestat permet une réduction du phénomène de lessivage par l'utilisation de produits digérés.

La méthanisation est un processus qui permet de recycler une quantité importante de déchets fermentescibles. En effet, le volume total de ressources offert par les producteurs de ces déchets (agriculture, agroalimentaire, restauration...) est à ce jour difficile à estimer, mais il constitue un gisement important pour la méthanisation. La valorisation de ces déchets représente une avancée importante en matière de gestion des déchets, qui sont de plus en plus nombreux chaque année par habitant. Chacun d'entre nous génère en moyenne 354 kg d'ordures ménagères par an.

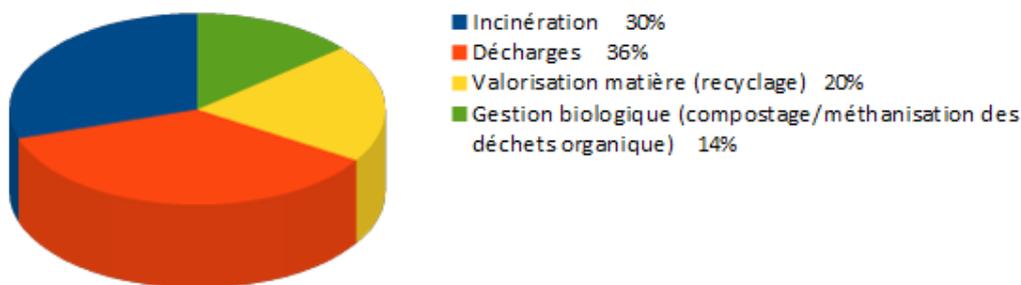


Illustration 4 : Répartition de la destination de nos déchets en France, selon une moyenne nationale.

L'objectif serait d'accroître dans les prochaines décennies le volume de déchets valorisés par compostage/méthanisation ou encore le recyclage. Pour cela, il apparaît évident que le développement de la méthanisation est une solution qui permettra de remplir cet objectif tout en valorisant des déchets comme le lisier d'élevages en tous genres, qui n'étaient alors que peu ou mal valorisés. En Bretagne, le lisier de porc qui a été à l'origine d'une prolifération importante d'algues vertes, représentait une menace pour l'écosystème, la faune et la flore locale a pu être valorisée grâce la méthanisation dans plusieurs communes de la région.

A tous les égards, la méthanisation est une solution d'avenir, notamment en ce qui concerne trois problèmes majeurs auxquels notre société est confrontée qui sont la gestion de nos déchets, un recours à des énergies polluantes et une pollution liée à l'épandage.

3.2.2. Comment inclure la méthanisation dans la société ? Un enjeu économique, politique et social

Le développement de nos territoires doit se faire dans le respect des équilibres environnementaux, sociaux et économiques. Pour cela, il est nécessaire de savoir susciter et construire des partenariats entre acteurs publics et/ou privés dans des contextes institutionnels, politiques, socio-économiques complexes. Pour que la méthanisation réussisse à se pérenniser au sein des campagnes, il est indispensable que l'ensemble des acteurs y trouvent leur compte.

Inscrit parmi les objectifs du Grenelle de l'environnement, le développement de la méthanisation se pose de plus en plus comme une alternative aux schémas « classiques » de traitement des déchets fermentescibles. Ce procédé de valorisation des déchets s'inscrit d'ailleurs dans le cadre du projet BIOGAS REGIONS, financé à 50% par le programme « Intelligent Energy for Europe » de l'Union Européenne, et dont l'objectif est de favoriser le développement de la bio-méthanisation dans sept régions européennes, parmi lesquelles la France. Les collectivités locales tendent à manifester de plus en plus d'intérêt pour l'outil méthanisation. Toutefois, leur intervention demeure pour l'instant relativement limitée, pour deux raisons principales :

- La première est liée à des questions de compétences, dès lors que la création d'une unité de méthanisation se situe au carrefour des compétences déchets (collecte

et traitement), chauffage urbain voire même développement économique, d'où la nécessité de clarifier les possibilités d'intervention de chacun.

- La seconde réside dans le choix de l'outil juridique pertinent pour que la collectivité puisse être partie prenante à un projet de méthanisation.

La problématique de la méthanisation nous oblige à nous poser la question de l'accès à l'énergie. La production de biogaz représente une forme d'énergie renouvelable adaptée aux besoins des zones rurales et isolées, et sans impact sur l'environnement. La méthanisation, permise par les bio-digesteurs, permet d'accroître l'accès à l'énergie propre pour l'éclairage et la cuisson des aliments et réduit les dépenses des ménages ruraux et péri-urbains en bois de chauffe, en charbon et en pétrole. L'effluent, ou résidu de bouse, est un engrais organique de meilleure qualité que le fumier et le compost ordinairement produit. Il permet ainsi d'accroître la production agricole.

Les conditions sanitaires sont améliorées car la prolifération d'algues, par exemple, est diminuée. La productivité animale est améliorée grâce à la stabulation et par une meilleure prise en charge alimentaire et sanitaire du bétail. Enfin, l'implantation des bio-digesteurs est une opportunité de création d'emplois dans la zone d'activité. Le but étant de faire coïncider amélioration de l'accès à l'énergie, redynamisation des zones rurales et du secteur agricole, création d'emplois, réorientation professionnelle, dynamisme économique, acceptation par la population ainsi que respect de l'environnement.

➤ Enjeux économiques :

Tout d'abord, sur le plan économique, les projets de méthanisation doivent être rentables tant au niveau de l'amortissement des coûts de fabrications, qui sont en moyenne d'un million d'euros pour des unités de taille moyenne, qu'au niveau des coûts de maintenance qui varient selon la localisation du personnel qualifié. La méthanisation permet d'une part, la diversification de revenu pour les exploitations agricoles, et d'autre part la réduction des coûts d'intrants (engrais, phytosanitaires, énergie). Le développement du secteur méthanisation donnera lieu à la création d'une économie et d'une dynamique de marché autour de cette dernière. Dont l'émergence de plusieurs filières comme :

- La création d'une filière française de produits et technologies innovantes ;
- La création d'emplois.

Dans l'hypothèse d'un prix de rachat de l'électricité égal à celui pratiqué chez nos voisins européens, des études ont affirmé qu'un emploi d'ingénierie (pour un an par tranche de 250 kW d'énergie produite) serait nécessaire.

Sur le plan économique, la méthanisation est une source d'activités et d'emplois non délocalisables. En effet, du début du lancement du projet jusqu'au service après-vente, un site de méthanisation compte, à lui-seul, cinq domaines d'activités : la conception, le transport des matériaux utiles à la construction du site, la construction en elle-même, la mise en fonctionnement et enfin, la maintenance du site. Le domaine de la méthanisation demande de la main-d'œuvre qualifiée, on peut notamment citer les métiers suivants : architectes, géomètres, bureaux d'études, assistants à maîtrise d'ouvrage, ingénieurs de projet, etc. Selon Club Biogaz ATEE, en 2013, les sites de biogaz de France ont permis d'identifier 1700 emplois. En 2020, on prévoit plus de 15 000 créations d'emplois concernant

le développement et la construction du site ainsi que les emplois sur l'exploitation et la maintenance.²

A l'échelle locale, l'implantation de site de méthanisation permet de créer une compétitivité du tissu économique local par le biais de ces diversifications des revenus agricoles et grâce à la réduction des coûts liés à la facture énergétique. Mais aussi, le fait de pouvoir traiter les déchets va permettre de maintenir des entreprises autour du site de méthanisation, ce qui permettra de dynamiser économiquement le milieu rural.

En ce qui concerne les porteurs de projet, et en particulier les agriculteurs, la méthanisation leur permet de diversifier leurs revenus ainsi que de réduire les coûts liés à la facture énergétique ainsi qu'au traitement des déchets, mais aussi réduire les coûts d'achats d'engrais grâce au digestat.

A l'échelle nationale, l'enjeu consiste à rendre plus compétitifs les entreprises françaises de création d'unités de méthanisation. En effet, la France a pour objectif, d'ici 2020, de produire du biogaz qui représenterait l'équivalent de la consommation moyenne de 800 000 foyers en électricité renouvelable sur une année, ce qui est quatre fois plus qu'en 2011. Pour se faire, la France souhaite que les groupes français de machines utiles à la méthanisation soient plus compétitifs face au marché international. Aujourd'hui la France manque de professionnels, c'est la raison pour laquelle une grande partie des porteurs de projet ont encore recours à des entreprises allemandes afin d'installer leurs unités. De ce fait, diversifier la filière française de la méthanisation, permettrait de créer des produits et des technologies innovantes dans ce domaine afin d'entrer sur le marché de la concurrence internationale, et ainsi, de placer la France parmi les pays du monde à promouvoir des usages innovants en terme de développement durable.

A travers l'enjeu économique, nous pouvons voir que la méthanisation permet :

- De rendre le tissu local plus compétitif, grâce à la diversification des revenus agricoles et à la réduction des coûts énergétiques ;
- La création de nombreux emplois non délocalisables ;
- La possibilité, pour la France, d'entrer dans la concurrence internationale par le biais de la création d'une filière française de méthanisation innovante.

➤ Enjeux sociaux :

A l'échelle nationale, la méthanisation empêche la désertification agricole et industrielle. En effet, un site de méthanisation est un lieu où travaille en synergie les exploitants et les industriels. Il y a quelques années, les secteurs primaire et secondaire subissaient la crise. Grâce au développement de ce type de projet, des emplois sont créés, comme nous l'avons vu précédemment. On constate que la méthanisation permet de redynamiser ces secteurs.

Désormais, à l'échelle locale, la méthanisation est un outil qui permet la production d'électricité. Certains exploitants utilisent leur propre électricité pour se chauffer, d'autres la revendent à EDF au prix du kWh, générant de ce fait un complément de revenus. Dans certaines régions, des sites réussissent à chauffer les habitations de leurs voisins, à condition d'avoir les installations nécessaires en chauffage.

². D'après des estimations de créations d'emploi selon les objectifs chaleur et électricité du NREAP (Plan National d'Action en faveur des Énergies Renouvelables)

De plus, l'outil méthanisation serait un moyen de lutter contre la précarité énergétique en France. En effet, selon la loi de Besson du 31 mai 1990, « est en situation de précarité énergétique au titre de la présente loi une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat ». Elle peut donc être due à une mauvaise isolation ou encore, à des équipements de chauffage vétustes, ce qui gonfle la facture énergétique des plus modestes. Ainsi, l'Etat pourrait mettre en place des installations permettant de chauffer ces maisons par le biais du biogaz, issu de la méthanisation, à moindre coût, mais aussi de les relier au réseau électrique. La France lutterait donc contre cette précarité énergétique, qui a touché plus de 6 millions de ménages en 2015.

Enfin, un site de méthanisation est un lieu qui favorise la création entre les différents acteurs sociaux. En effet, tout d'abord les exploitants échangent avec les professionnels lors de la création du projet afin de fixer leurs attentes, mais forment aussi leurs employés afin de faire fonctionner le site et de le rendre rentable. De plus, il n'est pas rare de voir que les exploitants peuvent aussi informer les personnes extérieures au site et répondre à leurs questions, puisque les sites de méthanisation ne sont pas encore répandus partout et suscitent donc une certaine curiosité de la population. Cette prise d'information du grand public permet de faire prendre conscience de ce qu'est réellement la méthanisation et de réduire les préjugés sur ce type de production d'énergie verte, notamment avec les nuisances olfactives, et donc de faire accepter la méthanisation au grand public.

Ainsi, on peut donc bien dire qu'un site de méthanisation est une plate-forme :

→ d'échanges		→ professionnels
→ d'informations	ENTRE	→ riverains
→ de formation		→ grands publics.

➤ Enjeux politiques :

La France suit une politique de transition énergétique. Celle-ci est commune à une grande partie des pays européens. Des objectifs communs en ce qui concerne le développement des énergies renouvelables sont fixés à différentes échéances par les responsables politiques. En effet, nous l'avons vu, d'ici quelques années les énergies fossiles se feront plus rares d'où la nécessité de diversifier, dès aujourd'hui, les énergies renouvelables.

L'énergie, issue de la méthanisation, fait partie de ces énergies renouvelables. L'utilisation de celle-ci permettrait de redynamiser le pays en créant des emplois autour de cette activité tout en formant une main-d'œuvre française avec un savoir-faire français. De plus, la création d'entreprises, qui seraient chargées de produire des unités complètes de méthanisation, dynamiserait le secteur de l'entrepreneuriat en France.

En effet, outre le fait de produire de l'énergie verte, la méthanisation a d'autres enjeux dont la création d'emploi direct : les exploitants embauchent du personnel pour s'occuper des travaux agricoles mais aussi du site à méthanisation ; mais également la création d'emploi indirect, par exemple, lors du début de projet d'un site, tous les corps de métiers doivent répondre présents afin que la construction se déroule dans les meilleures conditions.

De plus, un site de méthanisation demande de la main d'œuvre pour la maintenance en cas de problèmes lors du fonctionnement du site, ce qui permettrait de lutter contre la crise et le chômage en France.

Mais la méthanisation se heurte tout de même à des barrières qui ont tendance à freiner sa progression notamment en France, en effet, dans la plupart des cas, le problème des nuisances visuelles et olfactives exprimées par certains voisins de ce type d'installation. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que la société n'est pas suffisamment consciente de ses besoins en énergie et de la nécessité d'une transition énergétique durable. D'ailleurs, ceux qui en ont conscience acceptent les petits désagréments que ces installations génèrent. Les exploitants se heurtent également à une législation trop contraignante pour l'exploitation des sites de méthanisation. Par exemple, la provenance de toutes les matières introduites dans le méthaniseur doit être contrôlée et traçable sous peine de devoir arrêter l'exploitation du site pendant la durée nécessaire à la justification de la provenance des intrants. De plus, le prix de revente de l'énergie issue des méthaniseurs n'était, jusqu'au début de l'année 2015, que moyennement satisfaisante. Or, grâce à l'arrêté du 30 octobre de cette même année, promulgué par Mme Royal, les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz ont été modifiées. En effet, le tarif de référence est passé de 13,421€ par kWh à 17,045€ par kWh, et la prime concernant le traitement d'effluents d'élevage est passée à 4€ par kWh. Au total ces modifications représentent pour une exploitation de taille moyenne 7 000€ par mois de plus.

Un des autres atouts du développement d'une politique favorable à l'implantation des techniques de méthanisation résiderait dans le meilleur suivi des unités de méthanisation. En effet, la plupart d'entre elles sont produites en Allemagne et s'en suit alors une difficulté pour les agriculteurs de maintenir leurs installations dans de bonnes conditions. De plus la législation française, en terme de normes et de qualité d'installation requises, permettrait aux propriétaires d'avoir des garanties quant à leur installation, surtout en cas de défaillance. Nous avons constaté qu'il est difficile pour les propriétaires d'une unité de méthanisation de poursuivre la société leur ayant vendu l'installation, dans le cas où celle-ci est une entreprise étrangère. Ainsi, le développement d'entreprises dans le secteur de la méthanisation permettrait non seulement une simplification du suivi pour les acheteurs, mais également une assurance de recours en cas de défaillance du produit.

Ainsi, la méthanisation est un outil qui permettrait de faciliter la mise en place de la transition énergétique ainsi que de dynamiser le secteur socio-économique du pays par le biais de l'emploi et de la pérennisation des entreprises françaises. On peut donc dire que notre pays a tout intérêt à encourager l'implantation des unités de méthanisation. Cependant, il reste encore des efforts à faire, dans le but de simplifier les démarches administratives et juridiques et ce afin de ne pas décourager les porteurs de projet. De plus, la société doit être prête à s'adapter puisque le développement de la méthanisation entraînera des changements profonds notamment en ce qui concerne la formation du futur personnel. Si une telle réorientation vers les énergies vertes est prévue, les personnes travaillant dans le domaine de l'énergie doivent être prêtes à se former, mais aussi et surtout, à se reconvertir dans certains cas. Ceci demande un effort important aux populations. Il sera donc nécessaire pour ces dernières de prendre conscience de la précarité de notre situation énergétique, mais aussi de comprendre l'intérêt commun que nous trouverons à œuvrer tous ensemble dans la construction d'un modèle énergétique plus sain pour nous et pour notre planète.

4. COMPARAISON FRANCE- ALLEMAGNE

L'Allemagne est aujourd'hui le pays européen qui compte le plus grand nombre d'installations de méthanisation, avec principalement des installations agricoles. Depuis 2000, le gouvernement allemand a lancé plusieurs campagnes de soutien afin de développer la filière, qui possède actuellement plus de 7 000 installations. Aujourd'hui, des études tendent à montrer que les coûts d'investissement des installations de méthanisation en Allemagne sont inférieurs à ceux des installations françaises, pourtant moins nombreuses. Cependant, les technologies étant semblables, il est intéressant d'analyser plus en détail cette différence.

4.1. Allemagne

1 *La transition énergétique en Allemagne*

C'est en Allemagne que la maîtrise des techniques d'installation de méthanisation est la plus développée. En effet, l'ancienneté de la société *Biogas Hochreiter* nous le prouve. Cette grande entreprise, basée en Haute-Bavière, aménage depuis plus de 25 ans des unités de biogaz en Allemagne mais également dans toute l'Europe.

En 12 ans, l'Allemagne a mis sur pied une véritable filière d'énergie verte à la ferme (entamée vers 2000) due à une législation incitative. En effet, la loi EEG (loi sur les énergies renouvelables) concernant les énergies renouvelables, fixe une rémunération stable et supérieure au prix du marché pour chaque kilowatt par heure produit en Allemagne. En 2014, la subvention pour l'utilisation des matières premières a été suspendue et un plafond de 100 kW de capacité a été instauré (au delà de ce plafond, l'électricité produite n'est plus subventionnée), ceci a notamment permis de favoriser les petites exploitations.

2 *Les aspects financiers*

En Allemagne, le premier tarif d'achat a été créé en 2000 et a été renouvelé en 2004, en 2009 et en 2012. En 2004, le tarif a été révisé à la hausse, et peut atteindre 200€ par mégawatt-heure. Le principe de la loi EEG est de garantir une rémunération fixe sur la durée du contrat (20 ans) et un tarif d'achat qui est dégressif chaque année. Les nouveaux tarifs allemands de 2012 marquent un changement dans la politique allemande. En plus d'un tarif de base, des bonus viennent s'ajouter en fonction des substrats entrants classés selon leurs pouvoirs méthanogènes. De plus, une tarification spécifique de 25 centimes d'euros par kW par heure a été mise en place afin de développer les petites installations pour les unités à base de 80% minimum de lisier et de 100 kW maximum.

Puissance électrique		Moins de 150 kW	500 kW	500 à 5 000 kW
Tarifs de base "agricole"		14,3	12,3	6
Bonus matières	classe 1	6	5	4
	classe 2	8	8	8
Tarifs "biodéchet"		16	16	14
Tarifs "petite installation"		25	-	-

Illustration 5 : Tarif d'achat de l'électricité issue du biogaz en Allemagne en 2012 (en c€ du kWh électrique injecté).

Matières classe 1 : Substrats à fort potentiel méthanogène comme le maïs, les céréales et les betteraves.

Matières classe 2 : Substrats à faible potentiel méthanogène comme le lisier, le fumier, les déchets verts, l'ensilage d'herbe, les inter-cultures.

Tarif « biodéchet » : proportion de déchets organiques collectés sélectivement.

Tarif « petite méthanisation » : le total de la puissance installée de production de biogaz ne dépasse pas 75 kW et la proportion moyenne de lisier utilisée pour produire le biogaz est d'au moins 80 % de la masse.

D'après la fédération allemande des agriculteurs (DBV), la production d'énergie a assuré en 2013/2014 un revenu supérieur de 6,1 milliards d'euros au secteur primaire dont 4,3 milliards d'euros due au biogaz et le reste due aux éoliennes et aux panneaux solaires.

3 État des lieux de la méthanisation en Allemagne

L'Allemagne compte environ 7000 méthaniseurs : c'est quatre fois plus qu'il y a 10 ans et dix fois plus qu'en 1999. La totalité de ces installations cumulent environ 4000 MW, ce qui représente 2% du parc allemand.

En Allemagne, selon l'Association du biogaz allemand (Fachverband Biogas), 6000 installations sont d'origine agricole. La majorité de ces installations ont une puissance située entre 400 et 510 kW électriques. En sachant que les méthaniseurs de 500 kW absorbent en moyenne 350 hectares de maïs par an.

Les principales régions où se situent les installations de méthanisation sont évidemment les régions les plus agricoles, c'est-à-dire la Basse-Saxe, le Schleswig-Holstein,

où les installations sont plus grandes et la Bavière, où les installations sont de taille modeste et où le courant produit par la méthanisation alimente plus de 1,2 millions de foyers.

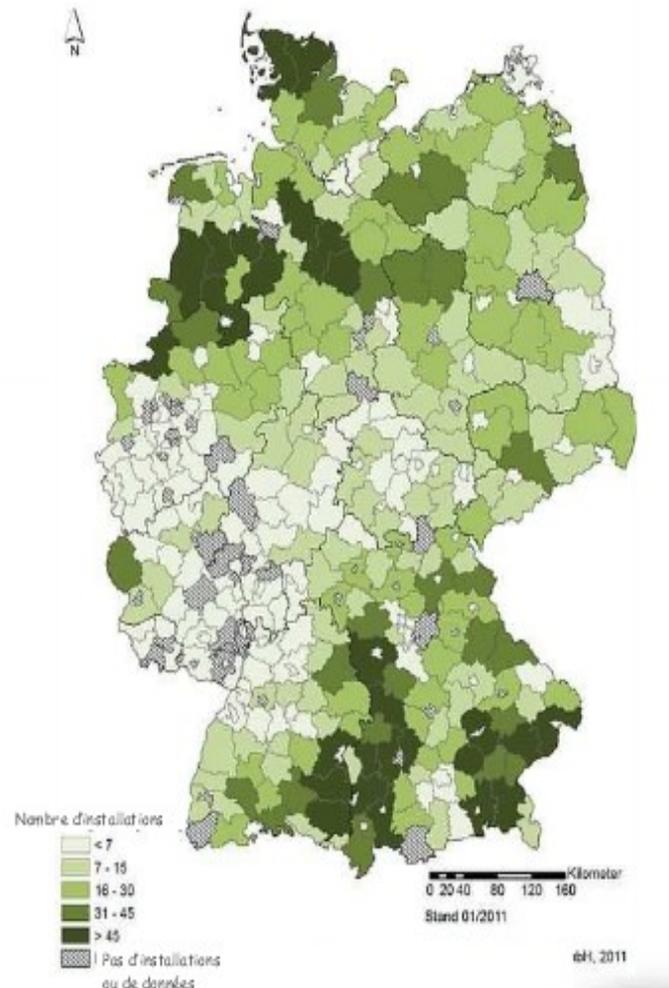


Illustration 6 : Répartition géographique des installations de méthanisation en Allemagne en 2011

4.2. France

1 La transition énergétique en France

Dans sa politique de transition énergétique votée en octobre 2014 et adoptée en juillet 2015, la France s'est fixée plusieurs objectifs. Notamment, à l'horizon de 2030, diminuer les émissions de gaz à effet de serre de 40% par rapport à 1990.

LES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE LA LOI DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



Illustration 7 : Les principaux objectifs de la loi de transition énergétique selon la loi de juillet 2015.

Le but est de créer des “Territoires à Énergie Positive” et dans ce cadre, les unités de méthanisation agricoles s’inscrivent parfaitement.

Le gouvernement français a donc fixé en 2013 comme objectif d’atteindre 1000 méthaniseurs à la ferme en 2020. Pour cela, le gouvernement a mis en place des aides financières, notamment pour les unités valorisant les déchets agricoles.

2 État des lieux de la méthanisation en France

D’après le site du ministère de l’agriculture, fin 2012, ce sont plus de 300 sites qui produisent et valorisent le biogaz en France, ce qui résulte d’une puissance électrique totale de près de 120 MW électriques. On compte :

- 90 installations agricoles, dites « à la ferme » ;
- 15 installations « centralisées » ;
- 80 installations dans le secteur industriel ;
- 60 installations en stations d’épuration ;
- 10 installations de traitement des ordures ménagères ;
- 90 installations dans des centres d’enfouissement des déchets (ISDND).

En ce qui concerne les installations agricoles, le nombre est en constante augmentation, comme le montre les chiffres de l'ADEME³ :

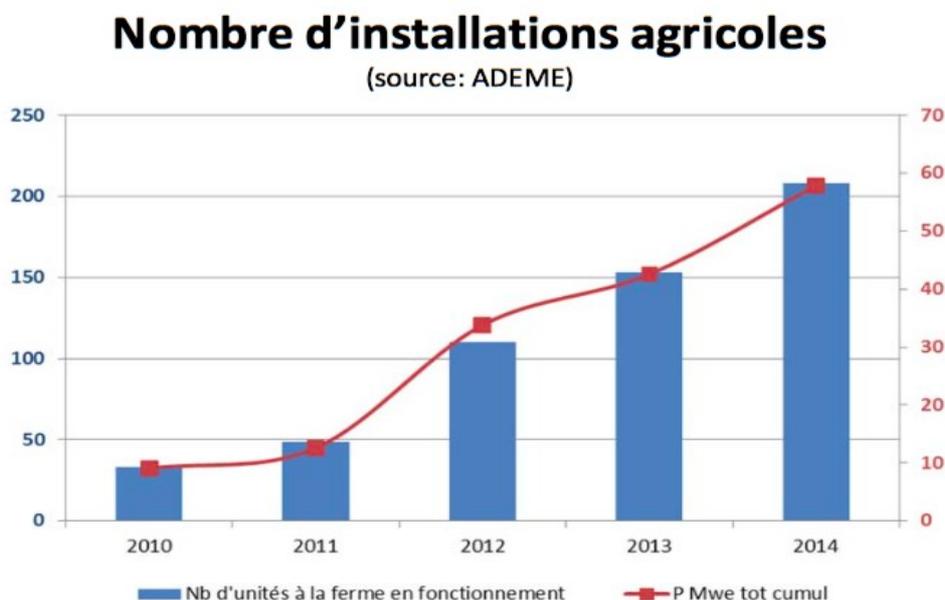


Illustration 8 : Nombre et puissance totale cumulée des installations agricoles de méthanisation en France de 2010 à 2014. (Source : ADEME)

En 2016, on compte 240 unités de méthanisation agricoles en France, ce qui représente une moyenne d'environ 40 nouvelles de unités par an ces dernières années. Cependant, à ce rythme, l'objectif des 1000 unités en 2020 ne pourra pas être atteint, comme le déplorent les professionnels du secteur.

Les installations de méthanisation se répartissent de façon inégale sur le territoire français et sont généralement de taille petite à moyenne, comme le montre la carte et le diagramme suivants.

³ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Répartition géographique des installations de méthanisation en France

ADEME d'après Club biogaz; 2011

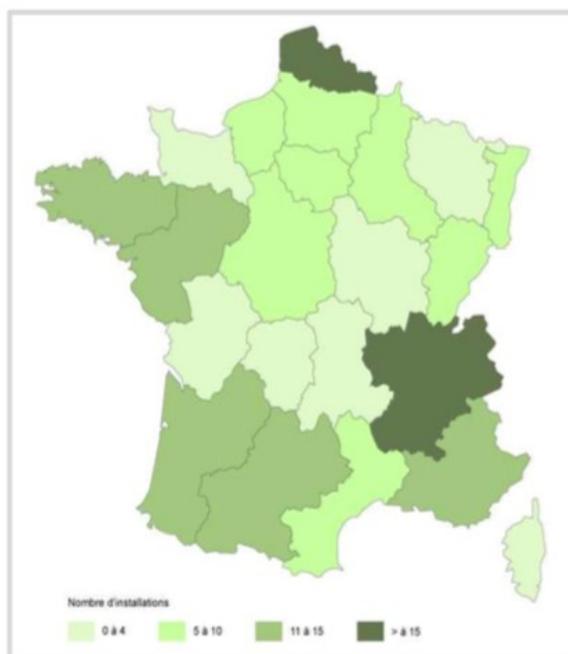


Illustration 10 : Répartition géographique des installations agricoles de méthanisation en France en 2011.

Classe de puissance des installations agricoles en France

Club biogaz, ADEME ; 2012

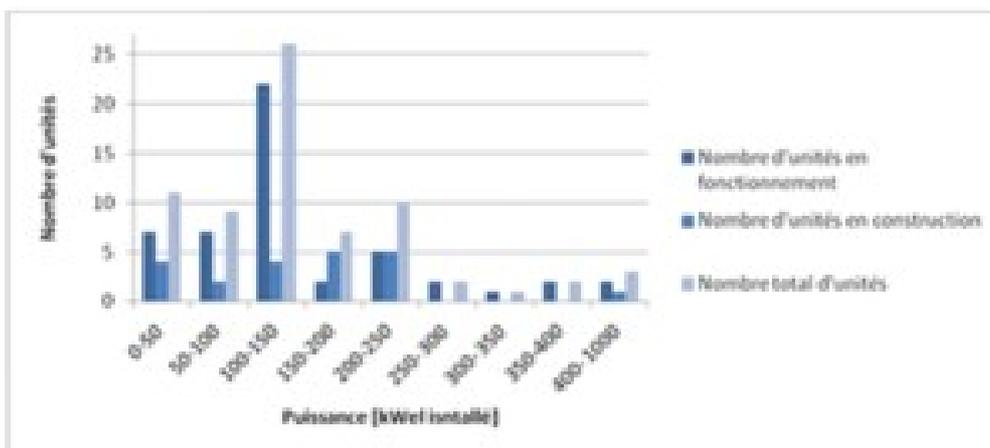


Illustration 9 : Classe de puissance des installations agricoles en France en 2012

3 Les aspects financiers

a) Prix de revente de l'électricité

Le prix de revente du kilowatt produit par la méthanisation se situe de 16 à 20 centimes d'euros suivant les primes de rachat.

Le premier tarif d'achat spécifique au biogaz a été créé en 2006 puis renouvelé en 2009 et 2015, comme on peut l'observer sur le diagramme suivant. Le dernier renouvellement a fait passer le tarif de référence à 13,421 c€/kWh pour les unités de puissance allant de 150kW à 2000kW. Il a également remplacé la prime à l'efficacité énergétique (2,455 c€/kWh) par une prime de traitement des effluents d'élevage (4 c€/kWh hors indexation). Une indexation est appliquée chaque année. Celle-ci est déterminée à partir du coût horaire du travail et des prix à la production de l'industrie française.

L'obligation d'achat de l'électricité par EDF est de 15 ans.

Tarif d'achat de l'électricité issue du biogaz en France en 2006 et 2009
en c€ du kWh électrique injecté (hors indexation)
SIDLER K., ADEME ; 2013

Puissance électrique		moins de 150 kW		500 kW		plus de 2 000 kW	
année		2006	2009	2006	2009	2006	2009
Tarif base		9	13,37	8,72	12,18	7,5	11,19
Tarifs bonus max	énergie	3	4	3	4	3	4
	méthanisation	2	-	-	-	2	-
	effluent élevage	-	2,6	-	1,5	-	0

Illustration 11 : Tarif d'achat de l'électricité issue du biogaz en France en 2006 et 2009. (Source : ADEME)

b) Les coûts d'installation et de fonctionnement d'une unité de méthanisation

Le coût d'installation d'une unité varie en fonction de l'importance de l'unité. En France, il varie entre 500 000 euros et 2 millions d'euros pour des unités avec des puissances allant de 75 à 500 kW.

Investissements en fonction de la puissance, du tonnage et du volume de digestion

ADEME, SIDLER K., 2012, FNR ; 2009

		Allemagne	France	différence
euros / kWél	moyenne	3 294	6 313	1,92
	médiane	3 330	6 161	1,87
	min	1 629	3 885	
	max	5 585	9 424	
euros / Tonne	moyenne	162	195	1,20
	médiane	129	185	1,43
	min	44	85	
	max	371	344	
euros / Volume	moyenne	537	494	0,92
	médiane	411	393	0,96
	min	215	247	
	max	1 441	1 003	

Illustration 12 : Tableau présentant les investissements en fonction de la puissance, du tonnage et du volume de digestion.

Les coûts de fonctionnement d'une unité sont :

- Les frais fixes : salaire du personnel, location d'équipement
- Les frais variables : coût d'entretien des équipements, l'achat de matières premières

c) Les aides financières

Des aides financières peuvent être obtenues grâce à différentes administrations publiques.

Cette liste n'étant pas exhaustive, les producteurs peuvent également s'adresser à d'autres organismes, locaux par exemple. Cependant, dans tous les cas, ces démarches, à l'initiative, des producteurs, nécessitent en général du temps.

Organisme	Description	Mode de finacement
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie en France	Subventions conditionnées
FEDER	Fonds Européen de Développement Régional	Subventions conditionnées
Conseils Général et Départemental	Organismes publiques des régions et département en France	Financement au cas par cas
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale	Fonds pour des projets de développement d'activité économique locale et de production d'énergies renouvelables
BPI France	Banque Publique d'Investissement	<ul style="list-style-type: none"> - Aide à l'innovation - Garantie des concours bancaires et des investisseurs en fonds propres - Financement en partenariat
Caisse des Dépôts et Consignations	Investisseur publique de long terme	Potentiel actionnaire minoritaire dans des projets territoriaux de production d'électricité ou de chaleur d'origine renouvelable

Illustration 13 : Tableau présentant les organismes d'aides et de financements

4.3. Comparaison France/Allemagne

1 Aspects environnementaux

Du fait que l'Allemagne privilégie les monocultures pour la méthanisation, des répercussions environnementales peuvent être observées.

En effet, le maïs domine dans le mix des cultures : entre un quart et un tiers des surfaces de maïs cultivées en Allemagne sont exclusivement réservées pour la production d'énergie via la méthanisation. De plus, l'Allemagne concentre 75% des cultures de maïs pour la méthanisation de l'Union Européenne.

Ainsi, il en résulte de multiples conséquences néfastes pour la faune et la flore. Une des conséquences les plus évidentes est l'usage intensif d'herbicides et de pesticides, et donc le rejet de nitrates et la pollution des eaux. D'autres conséquences sont également à

noter : l'érosion des sols, les risques d'inondation mais aussi la prolifération des ravageurs de cultures et la disparition d'espèces, comme les abeilles par exemple.

C'est pourquoi en 2012 le gouvernement allemand modifie la loi EEG (loi sur les énergies renouvelables) et instaure un plafond d'utilisation du maïs comme matière première pour la production de biogaz à 60%. Par conséquent, on observe un recul brutal du nombre de nouvelles installations de méthanisation : 340 seulement en 2012 contre 1270 en 2011.

Par contraste, la méthanisation en France a une portée plus environnementale : les unités de méthanisation utilisent des intrants plus variés et les cultures énergétiques sont peu répandues. En effet, les intrants proviennent de diverses sources, pouvant aller de la pelouse tondue à des déchets de cantine, en passant par le fumier des vaches ou les déchets agricoles d'une ferme.

Le but est de réellement valoriser la matière organique des substrats ainsi que l'énergie produite, et pas seulement l'électricité. En choisissant des substrats comme le lisier, les déchets agricoles ou municipaux, les unités de méthanisation en France contribuent à diminuer la production de déchets et, comme le souligne France Nature Environnement, à la préservation de la fonction alimentaire des terres agricoles.

2 Aspects techniques

Tout d'abord, la méthanisation est qualifiée de plus simple en Allemagne qu'en France du fait de l'utilisation d'intrants peu variés, les méthaniseurs allemands reçoivent presque exclusivement des végétaux (betteraves et maïs principalement). En effet, environ 90% des exploitants allemands utilisent du maïs comme combustible.

Une autre différence concerne le temps consacré par les agriculteurs à l'entretien et l'exploitation des méthaniseurs. En moyenne, les méthaniseurs français nécessitent plus de temps d'exploitation que les installations allemandes. Cette différence peut s'expliquer du fait de la grande variété des intrants utilisés en France (du lisier issu de l'élevage à de la pelouse tondue), ce qui entraîne un plus grand nombre de problèmes techniques (bourrages...).

Il est important de noter également que la France, débutant encore dans la méthanisation, possède peu d'entreprises françaises spécialisées dans ce domaine. C'est pourquoi les agriculteurs voulant investir dans la méthanisation font appel à des entreprises allemandes. Cependant, l'import du matériel d'origine allemande cause souvent des problèmes techniques. En effet, les méthaniseurs allemands ne sont pas adaptés au modèle français de la méthanisation. Ils sont conçus pour des intrants principalement issus de monocultures, alors qu'en France les apports sont très divers. 80 % des installations françaises de moins de 1 MW et toutes les installations de plus de 1 MW ont donc déjà rencontré des problèmes comme des casses d'équipements d'incorporation, des blocages des brasseurs, ou des besoins de curage prématuré des digesteurs.

Les installations sont en moyenne plus puissantes en Allemagne, entre 400 et 510 kW électriques, qu'en France avec une moyenne située entre 100 et 150 kW électriques. De plus, en Allemagne, l'ensemble des installations produisent en moyenne 19000 GW par heure alors qu'en France ce chiffre s'élève à peine à 2000 GW par heure. Cependant, cette dernière différence s'explique notamment par le nombre d'installations françaises qui est nettement plus faible, en effet elles sont environ 300, contre les quelques 8000 en Allemagne.

Nous pouvons également noter que les intrants utilisés en Allemagne ont un pouvoir méthanogènes plus élevés qu'en France, en effet, le mélange de substrats utilise des matières moins énergétiques, par exemple, le lisier et le fumier ont des potentiels énergétiques très variables.⁴

3 Aspects administratifs

Les aspects administratifs jouent un rôle crucial dans l'élaboration d'un projet de méthanisation. Nous pouvons observer des différences dans ces procédures en France et en Allemagne.

Tout d'abord, les procédures sont plus lentes et lourdes en France : il faut compter 3 à 5 ans⁵ alors qu'il ne faut que 6 à 12 mois en Allemagne. Cela est dû au fait que de nombreux acteurs sont impliqués dans les projets de méthanisation en France, comme le département, la région, l'État et l'UE, et qu'une enquête publique est nécessaire. De plus, les procédures touchent aussi bien aux installations classées et à l'urbanisme qu'à l'agrément sanitaire et la production d'électricité.

Dans le passé, les tarifs de rachat et les primes constituaient un frein important en France pour l'élaboration de projets de méthanisation du fait de leur relatif bas niveau et de la difficulté à obtenir les primes. En revanche, les tarifs de rachats et les primes sont toujours été très intéressantes en Allemagne grâce à l'importance accordée par le gouvernement allemand à la méthanisation dès le début du développement de cette filières. On constate par ailleurs que les durées de contrats de rachat d'électricité sont plus longues en Allemagne : 20 ans comparés à 15 ans en France. Enfin, les aides publiques sont plus mobilisées en Allemagne qu'en France.

L'investissement par puissance de tonnage est plus faible en Allemagne car la production d'électricité par unité de méthanisation est plus importante. De plus, les dimensionnements des installations sont plus complexes en France du fait de la diversité des intrants. Le poids des investissements liés aux matériels en France est donc plus important.

4 Conclusion de la comparaison

Globalement, les installations sont plus variées en France et présentent un meilleur bilan environnemental. Cependant la filière est moins développée en France du fait notamment de la lenteur et de la complexité des procédures administratives.

De multiples indicateurs sont nécessaires pour avoir une comparaison pertinente. Il faut prendre garde à ne pas comparer seulement la puissance électrique ou le nombre des installations allemandes et françaises, par exemple. Comme l'a suggéré l'ADEME, une étude intéressante serait le calcul de l'investissement rapporté aux émissions de gaz à effet de serre (GES) évitées.

Une différence fondamentale entre ces deux approches est que le but en Allemagne est de produire de l'énergie alors qu'en France, il est aussi de réduire la part des déchets produits, ce qui permet de réduire davantage les émissions de GES.

⁴. Voir annexe « Le potentiel méthanogène des différents intrants ».

⁵. Voir annexe « Calendrier pour un projet de méthanisation à la ferme ».

5. ÉTUDE DE CAS : VISITE D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION EN FRANCE

Dans le cadre de notre projet, nous avons rapidement constaté qu'il serait difficile de réaliser en laboratoire une manipulation en lien avec la méthanisation. En effet celles-ci étaient complexes à réaliser mais également très coûteuses. Ainsi, nous avons évoqué la possibilité d'effectuer une visite sur une unité de méthanisation aux alentours de Rouen. Idée que nous a tout de suite après fortement conseillé Mr Abdul-Aziz. Cette démarche nous a semblé une bonne initiative en tant que futurs ingénieurs autant sur l'aspect organisationnel qu'en ce qui concerne la prise de contact avec les bons interlocuteurs.

5.1. Présentation de l'exploitation du GAEC⁶ de Bouclon⁷

Nous avons décidé d'effectuer la visite le plus tôt possible étant donné que celle-ci allait nous donner les lignes directrices de notre projet afin de mieux cerner le sujet et les thèmes à aborder. En effet, nous avons effectué deux séances de brainstorming puis deux séances de préparation à la visite. Par chance, une unité de méthanisation existe à Boissy-Lamberville dans l'Eure. Nous avons contacté Madame de Bouclon qui s'occupe de la communication concernant le GAEC DE BOUCLON. Cette dernière nous a tout de suite proposé plusieurs dates afin d'effectuer la visite qui s'est déroulée le Jeudi 17 mars.

Le GAEC de Bouclon comporte 500 bovins et 400 hectares de cultures. Les activités au sein du GAEC sont très diversifiées :

- Travaux agricoles, sur exploitation et chez les voisins : arrachage de lin, betteraves, enroulage de paille (si abandon d'une activité : ce sera celle-ci)
- Lait, depuis 40 ans (moins rentable depuis 3-4 ans à cause de la crise du lait)
- Méthanisation, sous-produit du lait⁸
- Lin, cependant la perte de la production a lieu 1 an sur 10 en moyenne
- Vente directe de produits au consommateur (fruits et légumes)

Le GAEC de Bouclon est une exploitation familiale qui regroupe 5 associés. La production liée à leur unité est de 220 kWh. L'une des raisons pour lesquelles les associés du GAEC ont choisi de créer cette unité est celle de la simplification de la gestion des effluents d'élevage. En effet, le fait de pouvoir réutiliser le lisier de leur vache pour approvisionner le digesteur permet au GAEC d'économiser quant à la gestion de ce dernier. Le cousin de la famille De Bouclon est établi à Pont-Audemer. Il est également agriculteur et a lui aussi fait installer une unité de méthanisation sur son exploitation. Ceci avant que Monsieur, Madame De Bouclon et leurs fils n'aient projeté de créer la leur. Cependant, suite à la visite de l'installation de leur cousin qui fonctionne grâce à un moteur Dual Fuel les exploitants du GAEC ont pris la décision de faire de même sur leurs terres. Ainsi, 4 ans plus tard leur propre unité de méthanisation était achevée.

⁶. Groupement Agricole d'Exploitation en Commun

⁷. Voir annexes « Fiche expérience du Réseau Rural Haut-Normand » et « La lettre d'information »

⁸. Voir annexe « Photographies de l'unité du GAEC de Bouclon »

Le coût global de l'installation s'est élevé à 1,4 million d'euros. Dans ce montant sont englobés : l'autofinancement, l'emprunt, 28% d'aides (FEDER, Conseil Général et Département).

Le retour sur investissement peut être espéré dans 7 à 8 ans ce qui est très intéressant quand on sait que l'amortissement d'un tracteur est d'environ 5 ans.

Aujourd'hui le temps de main-d'œuvre nécessaire pour faire fonctionner l'unité est d'environ 1h30 par jour. Cependant, lorsqu'un problème technique survient, les associés du GAEC doivent passer beaucoup plus de temps pour régler le problème étant donné qu'une intervention extérieure leur coûte extrêmement cher.

Bilan financier du GAEC :

<p>Revenu global GAEC 2M€ Chiffre d'Affaire ETA (associé du GAEC) 200 000 € CA</p>
<p>Revenu lié à l'activité méthanisation Méthanisation 250 000 € CA Nouvelle législation sur les prix de revente de l'électricité → +70 000€/an <i>Coût de départ 1M€ coût total + 400K€ subventions d'où retour sur investissement en 7/8 ans</i></p>
<p>Les coûts de maintenance Visite pour vérification : 4000€ pour venir de Hambourg 700€ pour venir de Rennes</p>
<p>Les coûts liés au fonctionnement de l'unité de méthanisation Consommation EDF 1500 à 2000 euros / mois EDF location réseau (Téléphone + Ligne internet pour le moteur) 150 à 75 euros / mois Assurances 6000 euros / an Entretien par l'entreprise « 2G » 3000 à 4000 euros / trimestre Achat de radicules + balayures de blé 4000 euros / an Remboursement du prêt 6000 euros / mois</p>

5.2. Les avantages de la méthanisation à la ferme pour les agriculteurs

De nombreux avantages de la méthanisation à la ferme ont été soulignés lors de notre visite.

Tout d'abord, la méthanisation permet de simplifier la gestion des effluents des vaches (fumier mou). Ainsi, dans la ferme Bouclon, ils sont directement amenés au digesteur par l'intermédiaire d'un système automatisé de tuyauterie et de pompe. Il n'y a donc rien à faire, si ce n'est vérifier que ceux-ci ne se bouchent pas. Auparavant, il aurait fallu récupérer tous ces effluents pour les stocker et ensuite les épandre. Une procédure qui nécessitait de la surface de stockage non négligeable et qui, de plus, était chronophage, sans parler de la pénible, étant donné les odeurs. Contrairement à l'épandage direct du fumier, l'épandage du lisier après être passé par la phase de digestion ne sens pas mauvais. Le digestat est par

ailleurs un très bon engrais et permet aux fermes d'en acheter moins, environ 3/4 camions par an, et ainsi faire des économies.

En outre, même les plantes indésirables sont méthanisables, ce qui simplifie également la gestion des déchets végétaux. Le GAEC de Bouclon faisant également de l'arrachage et d'autres travaux agricoles, la méthanisation leur permet de recycler leurs déchets de façon simple et efficace.

D'autre part, la méthanisation créant de la chaleur, la ferme la réutilise pour, par exemple, chauffer des serres et leurs habitations, ce qui leur permet de faire des économies d'énergie.

Enfin et surtout, il présente un intérêt économique conséquent pour la ferme, apportant un revenu sûr et stable dans le temps. En effet, le retour sur investissement n'est que de 7/8 ans, ce qui représente une très bonne rentabilité aujourd'hui. D'autant plus qu'il s'agit d'une ferme laitière qui souffre beaucoup des fluctuations du prix du lait depuis plusieurs années. En contraste, la production de méthane est constante tant que les intrants sont bien approvisionnés.

En conclusion, la méthanisation a apporté non seulement de nombreux avantages financiers mais aussi des améliorations des conditions de travail pour la ferme.

5.3. Les principales difficultés rencontrées

Néanmoins, malgré ces avantages, le site GAEC de Bouclon a connu, et connaît encore, des difficultés.

Tout d'abord, des difficultés techniques. En effet, le digesteur accepte toutes sortes d'intrants, qui peuvent comporter des résidus tel que des pailles. La taille de ces dernières doit cependant être restreinte. C'est pourquoi il a fallu couper les brins de pailles, en plus petits afin qu'ils rentrent dans le digesteur, ce qui a donc demandé du travail supplémentaire.

Il a fallu ensuite faire face aux pannes du méthaniseur et réagir rapidement afin de ne pas perdre d'argent. Par exemple, une fois, lors d'une panne du méthaniseur, Madame De Bouclon et ses employés ont dû le vider entièrement afin de le réparer et de le remettre en fonctionnement. Pour se faire, les associés du GAEC ont été obligés d'acheter de l'électricité à EDF dans le but de chauffer les intrants à la température requise de 40°C. En effet, en dessous de cette température, le méthaniseur ne peut produire d'énergie. Le coût de l'opération s'est élevée à 25 000 € (chauffage, machines de déchargement du digesteur). Au total, ils ont dû cesser la production de méthane durant 1 mois et demi et ont perdu l'équivalent de 50 000€.

Concernant l'aspect technique, Madame De Bouclon a insisté sur la principale difficulté rencontrée. Celle-ci réside dans le fait que son exploitation n'a reçu aucun conseil technique puisqu'au bout de 6 mois, l'entreprise allemande *MT Energie*, porteuse du projet, a fait faillite. Comme cette entreprise allemande n'avait aucune filiale en France, ils ont dû apprendre de manière autodidacte comment réparer les différentes pannes techniques. Elle estime que ses employés et elle ont mis au moins un an avant de maîtriser le fonctionnement de la plupart de l'exploitation de méthanisation.

En effet, parfois, certaines pannes ne peuvent pas être réparées. C'est le cas du séparateur de phase (définition succincte), qui fonctionne mal, depuis le début, puisqu'il a peu de

rendement à l'année. Il était garanti 2 ans mais puisque l'entreprise a fait faillite, il a été impossible de le remplacer, c'est pourquoi l'exploitation GAEC de Bouclon a intenté un procès à l'entreprise allemande *MT Energie*.

Ensuite, il y a eu aussi des difficultés administratives. En effet, Madame de Bouclon estime que les démarches pour monter son projet ont été très longues. Les plus importantes ont été, celle concernant la recherche de l'entreprise porteuse du projet et, celle concernant l'étude de faisabilité. Outre le fait qu'il a fallu remplir un grand nombre de papiers administratifs, elle a souligné aussi le fait qu'elle a eu du mal à trouver les bons interlocuteurs, qui pouvaient répondre à ses questions et ses attentes, et de les rencontrer par la suite, ce qui a rendu les démarches laborieuses. Elle estime qu'il s'est passé entre 5 et 6 mois avant que son projet ne commence à prendre de l'ampleur.

En tout, du début de son projet jusqu'à la construction finale de son site, 4 années se sont écoulées, alors qu'en moyenne en Allemagne, cela n'excède pas 6 mois. Cela prouve selon le récit de Madame De Bouclon, qu'il y a un problème de lourdeur administrative en France.

Ces problèmes administratifs ont engendré aussi des erreurs de gestion. En effet, en 2013, leur banque leur a demandé d'avoir 20% d'apports afin de financer leur projet. Ainsi, cet argent s'est retrouvé sur leurs comptes privés entre le 31 mars et le 15 novembre, ce qui a entraîné un important impôt sur le revenu alors que cet argent était, à l'origine, prévu pour leur projet. Ainsi, suite à cette erreur de gestion, Madame de Bouclon et son mari ont dû déboursier au total 45 000€ d'impôts à eux seuls et 10 000€ pour la ferme entière.

En plus des banques, l'exploitation a aussi des difficultés avec le groupe EDF. En effet, l'exploitation GAEC de Bouclon pouvait bénéficier de la prime de récupération de chaleur donnée par EDF. Pour cela, elle devait justifier que la chaleur produite grâce à la méthanisation était entièrement redistribuée dans les locaux de l'exploitation (bureau, maisons, serre, pour sécher les pommes de terres...). Or, pendant plus de 2 ans, l'entreprise EDF leur a toujours refusé cette prime en prétextant de nombreuses raisons : la plus surprenante, et complètement hors-sujet, fut le fait qu'ils étaient dans l'impossibilité de donner cette prime puisque leur secrétaire était congés de maternité... Madame de Bouclon a l'impression qu'EDF préfère valoriser les investissements dans le nucléaire jugés plus rentables, c'est pourquoi elle a décidé en juillet 2015, d'abandonner les démarches pour avoir cette prime.

Cette dernière a aussi souligné le manque des professionnels dans le domaine de la méthanisation en France. En effet, la société DDPP (Direction Départementale de la Protection des Populations) vient fréquemment contrôler les intrants mis dans le digesteur, or cette représentante est aussi chargée du contrôle des abattoirs et des cantines, ce qui paraît peu lié à la production d'électricité par la méthanisation. La représentante leur a même demandé d'installer « des barbelés autour du site de méthanisation afin d'empêcher des microbes de passer », ce qui paraît assez farfelus mais, qui montre surtout le manque de personnels qualifiés dans ce domaine et montre aussi que les organismes se méfient de l'outil « méthanisation », peut-être principalement à cause du fait qu'ils ne sont pas assez informés sur ce sujet en France.

6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En conclusion, ce projet nous a permis de mieux appréhender le sujet de la méthanisation. Notamment la complexité du système de la méthanisation à mettre en place en lui-même. Nous avons également pu constater le manque d'aide par rapport aux coûts d'exploitation d'une unité de méthanisation.

De plus, il est important de noter que les aspects financiers prônent devant les aspects environnementaux. En effet, les agriculteurs qui créent leur propre unité de méthanisation le font avant tout pour des raisons financières plus que pour le fait que c'est une énergie renouvelable.

Au cours de ce projet, nous avons étudié les points communs entre la France et l'Allemagne, dans les deux cas il y a des avantages et des inconvénients, mais les deux systèmes sont finalement relativement équivalents.

Il faut également ajouter que la visite à la ferme nous a énormément aidé à mieux appréhender ce sujet, assez complexe.

Pour finir, la méthanisation est un changement important, et à développer, dans la manière de produire de l'énergie verte.

Conclusion personnelle de Mohamed E. :

Étant en fin de cycle préparatoire d'une école d'ingénieurs, une notion sur les difficultés que rencontre le monde pour satisfaire ces besoins énergétiques est assez récurrente. Le défi énergétique apparaît donc comme un enjeu majeur pour le monde de demain. De ce fait ma première motivation dans ce projet était de découvrir une nouvelle alternative énergétique tout en restant dans le cadre écologique. Le sujet étant présenté de manière très théorique, nous avons eu la chance de le voir se concrétiser en visitant une unité de méthanisation. Cette visite a été très instructive car de nombreux détails souvent délaissés durant nos recherches sur le sujet ont revu le jour dans nos esprits. Par ailleurs, pour ce qui est de la conception du projet, le travail a été reparté d'une manière équitable. Cette répartition a permis aux membres du groupe de respecter les délais attendus. Le corps professoral a aussi participé à ce respect de délais afin de maintenir un rythme régulier dans le volume de travail. En somme, un ingénieur est souvent confronté à des travaux en groupe. Par conséquent ce projet nous a révélé que pour réussir un tel travail, il est nécessaire d'avoir une bonne gestion ainsi qu'une excellente coordination au sein du groupe.

Conclusion personnelle de Elwenn E. :

L'homme et son impact sur l'environnement est un sujet qui me préoccupe vivement. le projet P6 sur la méthanisation m'a permis de découvrir une des nouvelles alternatives énergétiques de ces dernières années et une solution possible pour la diminution des déchets. Voulant intégrer le département EP l'année prochaine et par la suite travailler dans les domaines de l'énergie et l'environnement, j'ai trouvé ce projet très intéressant d'un point de vue écologique mais aussi social et économique. Ce projet m'a également permis de développer des capacités de travail en équipe et de recherches documentaires, notamment d'analyse et de critique, ayant travaillé sur l'étude de la méthanisation en France. En somme, cette expérience a été très enrichissante et j'ai beaucoup appris lors de ce projet.

Conclusion personnelle de Sarah H. :

Étant en cycle préparatoire d'une école d'ingénieurs, au fur et à mesure de notre cursus, l'enseignement nous permet de gérer des projets en groupe, avec plus ou moins de responsabilités. D'une part, une expérience très enrichissante du point de vue des connaissances concernant la méthanisation, domaine que je maîtrisais que globalement. Mes connaissances théoriques sur ce sujet sont devenues plus concrètes lors de notre visite à la ferme à méthanisation, qui fût très enrichissante. D'autre part, une expérience humaine, qui nous a montré que la communication, et donc les échanges d'idées entre nous, étaient l'un des axes les plus importants dans la conception de ce projet. Le travail en groupe et la répartition du travail sur du long terme nous ont permis d'atteindre nos objectifs concernant le rendu obtenu dans les délais prévus.

Conclusion personnelle de Marine L. :

Ce n'est pas tant en soit le sujet du projet, mais plutôt le projet en lui-même qui nous a appris des choses, notamment le travail de groupe, avec les difficultés qu'ils comportent, le travail de recherches sur un sujet que l'on connaissait peu, du moins pour ma part et la gestion d'un calendrier. Cependant, ce sujet m'a particulièrement intéressée, notamment du fait de son actualité et du réel progrès de la méthanisation en France. De plus, il est toujours intéressant de comparer ce qui se passe chez nous avec ce qui se passe ailleurs, donc ici avec l'Allemagne, cela m'a permis de comprendre que la France avait encore des progrès à faire dans ce domaine.

Conclusion personnelle de Amine M. :

Étant en formation d'ingénieur, il est indispensable d'apprendre tout au long de notre cursus à travailler en groupe en vue de notre futur métier. En effet, le travail en groupe permet de développer des qualités de gestion, de communication ou encore d'organisation nécessaires pour notre développement personnel. Durant ce projet, le travail a bien été réparti entre les différents membres du groupe et la cohésion était au rendez-vous. En ce qui concerne le sujet que nous nous sommes proposés d'étudier, il faut admettre que je n'en avais aucune notion. Mais après avoir effectué les premières recherches, j'ai été impressionné par l'intérêt que j'ai pu porter à la méthanisation qui pourrait à mon avis révolutionner le monde de la production énergétique dans les prochaines années. La visite d'une unité de méthanisation nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement de ce processus et n'a fait que consolider mon point de vue quant à son caractère révolutionnaire. Cependant, cette visite nous a aussi permis de prendre conscience du manque d'aide et de facilités mises en place par le gouvernement et les organisations étatiques.

Conclusion personnelle de Rachel V. :

Je ne connaissais que très peu le sujet de la méthanisation. Ce projet m'a permis d'en apprendre plus, en particulier sur les systèmes de chauffage par le biais de l'utilisation du système de la méthanisation. La visite de l'unité de méthanisation du GAEC DE BOUCLON a été très enrichissante pour la compréhension de son fonctionnement. Il était très intéressant d'avoir l'avis d'un professionnel, qui connaît les réalités du sujet et ainsi a pu nous éclairer quant aux atouts et difficultés de l'exploitation d'une unité. J'ai abordé ce projet avec une certaine appréhension, car nous étions nombreux dans le groupe et que je n'avais pas bien cerné l'intitulé du sujet. Finalement, les explications de l'enseignant et les recherches ont montré ce qui était attendu et l'ensemble des membres du groupe a été bien

intégré. J'ai d'autre part apprécié le démarchage que nous avons dû effectuer auprès des exploitants d'unités mais également, le côté organisationnel de la visite du GAEC tout comme la visite sur le terrain qui concrétise l'approche parfois trop théorique que nous pouvons avoir.

BIBLIOGRAPHIE

1. <http://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/0204194158644-la-methanisation-agricole-ne-tient-pas-ses-promesses-1098280.php> (valide à la date du 28/03/2016).
2. <http://www.echo-louet.fr/allemande-le-reve-de-la-methanisation-est-termine/> (valide à la date du 21/03/2016).
3. http://www.bourgogne.ademe.fr/sites/default/files/files/Domaines%20d'intervention/EnR/Biogaz/07_Comparaison_metha_france_allemande.pdf (valide à la date du 04/04/2016).
4. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Transition-energetique-les-enjeux.html> (valide à la date du 13/04/16)
5. <http://www.biogazvallee.eu/biogaz-valleer/contexte-et-enjeux/PHPSESSID=ovc0ath0n11nrge0us8rog7hb0> (valide à la date du 13/04/16)
6. <http://www.bio-thorey.fr/principe-de-la-methanisation/enjeux-et-objectifs-de-la-methanisation-voie-seche.html> (valide à la date du 25/04/16)
7. <http://www.actu-environnement.com/ae/news/securite-methanisation-ofaenr-formation-personnel-25524.php4> (valide à la date du 19/04/16)
8. <http://www.precarite-energie.org/-La-precarite-energetique-.html> (valide le 17/05/16)
9. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-methanisation.html> (valide le 29/05/16)
10. <http://www.methanisation.info/valorisation.html> (valide le 29/05/16)
11. <http://www.mtaterre.fr/dossier-mois/archives/chap/1263/La-methanisation.-cest-quoi-%C2%A0> (valide le 29/05/16)
12. http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/expertsie_dechets_-_fiche_technique_methanisation.pdf (valide le 29/05/16)
13. <http://agriculture.gouv.fr/methanisation-la-ferme-un-supplement-de-revenu-et-un-geste-pour-lenvironnement> (valide le 29/05/16)
14. <http://www.bio-thorey.fr/notre-unite-de-methanisation/les-sous-produits-utilises.html> (valide le 29/05/16)
15. http://www.carbone4.com/fr/l_actu_de_carbone_4/la-fili%C3%A8re-m%C3%A9thanisation-son-r%C3%B4le-%C3%A0-jouer (valide le 29/05/16)
16. http://www.biogaz-energie-renouvelable.info/valorisation_biogaz_electrique.html (valide le 29/05/16)

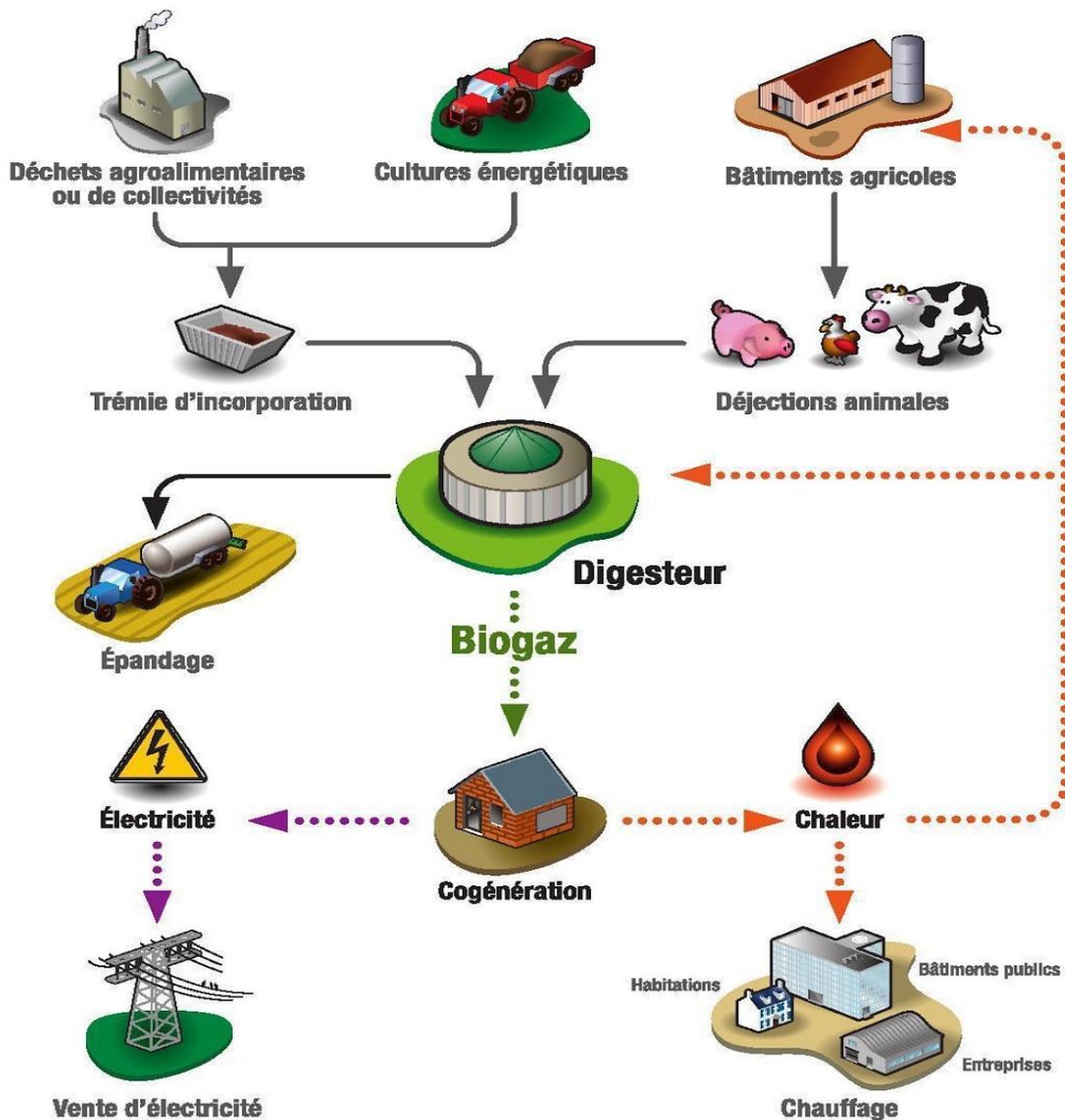
17. https://www.sciencespo.fr/ceri/sites/sciencespo.fr.ceri/files/art_ir.pdf (valide le 29/05/16)
18. <http://www.logement.gouv.fr/la-lutte-contre-la-precarite-energetique#article> (valide le 29/05/16)
19. <http://www.renovation-info-service.gouv.fr/> (valide le 29/05/16)
20. <http://www.pleinchamp.com/actualites-generales/actualites/video-quel-est-l-etat-actuel-de-la-filiere-methanisation> (valide le 29/05/16)
21. https://www.youtube.com/watch?v=FmjLgoU_BWY (valide le 29/05/16)
22. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/14168-3_com-territoire-energie-positive-TEPOS_DEF_Web.pdf (valide le 30/09/16)
23. https://fr.wikipedia.org/wiki/Transition_énergétique#France (valide le 30/09/16)
24. <http://www.consoglobe.com/> (valide le 30/09/16)
25. <http://agriculture.gouv.fr/volet-methanisation-questions-reponses> (valide le 30/09/16)
26. http://www.bourgogne.ademe.fr/sites/default/files/files/Domaines%20d'intervention/EnR/Biogaz/07_Comparaison_metha_france_allemande.pdf (valide le 30/9/16)
27. <http://www.agriculture-nouvelle.fr/methanisation-filiere-en-developpement/> (valide le 30/09/16)
28. <http://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/0204194158644-la-methanisation-agricole-ne-tient-pas-ses-promesses-1098280.php> (valide le 30/09/16)
29. <http://www.ecosociosystemes.fr/monoculture.html> (valide le 30/09/16)
30. <http://www.energivie.info/sites/default/files/documents/fichetechniqueprojetsagricole.pdf> (valide le 30/09/16)
31. http://www.finistere.gouv.fr/content/download/10008/71256/file/20140731_RS_Guide-methanisation_4-pages-final.pdf (valide le 30/9/16)
32. <http://www.metha-concept.fr/methanisation/contexte-methanisation-france-europe> (valide le 30/09/16)
33. <http://www.franceagrimer.fr/content/download/16180/122245/file/methanisation-en-france.pdf> (valide le 30/09/16)

ANNEXES

Documents supplémentaires

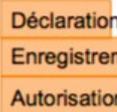
Annexe 1 : Schéma général de la méthanisation à la ferme

Principe de la **méthanisation**



Annexe 2 : Calendrier pour un projet de méthanisation à la ferme

Calendrier pour un projet de méthanisation à la ferme

Etape	Année 1	Année 2	Année 3	Contact
Etude de faisabilité du projet				AILE / CA29
Pré-étude de raccordement électrique (facultative)				ERDF
Elaboration du projet et recherche de financement				AILE
Préparation des dossiers réglementaires (PC/ICPE)				Point d'entrée unique Etat / Services instructeurs
Demande de permis de construire (PC)				DDTM29 / mairie
Demande d'autorisation d'exploiter au titre ICPE	Délai selon le régime ICPE			DDPP29
Demande d'agrément sanitaire				DDPP29
Procédures de raccordement électrique				ERDF, DREAL
Début d'exploitation				

Documentation technique

Annexe 3 : Potentiel méthanogène de différents intrants

feuille 2

EXTRANET METHANISATION
GUIDE CLIENT – version v1

6) Liste des intrants intégrés à l'extranet (Juin 2012)

Categorie	Sous-categorie	Potentiel Méthane (m3 CH4/t PB)
Cultures	Blé	82,9
Cultures	Canne de maïs	175
Cultures	Céréales (ensilage)	125,6
Cultures	Ensilage fourrage	81
Cultures	Fanes pomme de terre	98,7
Cultures	Feuilles (betterave, navet, ...)	40,1
Cultures	Foin	205,1
Cultures	Herbe fanée	113
Cultures	Luzerne	62,3
Cultures	Maïs	77
Cultures	Maïs (ensilage)	90,3
Cultures	Paille de céréales	153,7
Cultures	Paille de maïs	330,8
Cultures	Ray grass (ensilage)	97,1
Cultures	Trèfle (ensilage)	78,4
Cultures	Betteraves (ensilage)	59,1
Déchets de collectivités	Boues de flottation	62,4
Déchets de collectivités	Boues de step pâteuses	68,1
Déchets de collectivités	Boues de step liquides	11,9
Déchets de collectivités	Déchets de cuisines collectives	63,6
Déchets de collectivités	Déchets des marchés (fruits et légumes)	44,5
Déchets de collectivités	Déchets verts et tontes de pelouses 30% MS	68,7
Déchets de collectivités	Graisses	203,4
Déchets de collectivités	Huile de friture (usagée)	589,4
Déchets industriels	Aliments pour animaux	339,6
Déchets industriels	Boues de step d'IAA	10,6
Déchets industriels	Déchets d'animaux	35,4
Déchets industriels	Déchets de fruits	125,4
Déchets industriels	Déchets de légumes	43,2
Déchets industriels	Graisse d'abattoir (graisse de découpe)	182,5
Déchets industriels	Issues de stockage/triage de céréales	242,1
Déchets industriels	Lactoserum	20,2
Déchets industriels	Marc de raisin non distillé	86,7
Déchets industriels	Pommes de terre	76,8
Déchets industriels	Pulpe de pomme	54,7
Déchets industriels	Sang	45,1
Déchets industriels	Terre de filtration	145,8
Déchets industriels	Marc de raisin distillé	48,6
Déchets industriels	Matières stercoraires / Contenues de panses	34,9
Déjections animales : Avicole	Lisier volaille	39,5
Déjections animales : Avicole	Fumier volaille	127,9
Déjections animales : Avicole	Fientes volaille	68,8
Déjections animales : Avicole	Lisier canard	35,1
Déjections animales : Avicole	Fumier canard	127
Déjections animales : Bovin	Lisier bovin	16,5
Déjections animales : Bovin	Fumier mou	25,7
Déjections animales : Bovin	Fumier compact	39,1
Déjections animales : Bovin	Fumier très compact	42
Déjections animales : Caprin	Fumier caprin	97,2
Déjections animales : Equin	Fumier pailleux	88,2
Déjections animales : Ovin	Fumier ovin	58,3
Déjections animales : Porc	Lisier porcin	9,4
Déjections animales : Porc	Fumier pailleux	64,4
Eau de dilution Digestat	Eau de dilution	0
Eau de dilution Digestat	Eau verte / Eau blanche	10,5
Eau de dilution Digestat	Recirculation du digestat liquide 3% MS	0
Eau de dilution Digestat	Réincorporation de digestat solide 25% MS	0
Eau de dilution Digestat	Réincorporation de digestat brut 10% MS	0

© Crédit Agricole Leasing Page : 16/16

Annexe 4 : Fiche expérience du GAEC de Bouclon







Fiche expérience du Réseau Rural Haut-Normand

N° 44



Installation d'une unité de méthanisation à la ferme à Boissy-Lamberville

Efficacité énergétique

- **Public ciblé**
Exploitants agricoles
- **Échelle territoriale du projet**
Exploitation agricole
- **Maître d'ouvrage**
Les exploitants agricoles et l'entreprise MT – Energie France
- **Date de mise en œuvre du projet**
 - Démarrage de l'unité de méthanisation le 14 janvier 2014
 - Réseau de chaleur en cours d'installation
- **Partenariats techniques**
 - L'ADEME (étude faisabilité)
 - La Chambre d'agriculture de l'Eure (épandages)
 - Le CER France
- **Financement :**

- CG 27 :	30 000 euros
- Région :	159 592 euros
- FEDER (Axe 3):	200 000 euros
- Fonds propres :	250 000 euros
- Emprunt :	700 000 euros

Reste à investir : 70 000 euros pour le réseau de chaleur
Montant total de l'opération : 1,4 millions d'euros



Principe du projet

Le GAEC de Bouclon est une exploitation agricole avec un élevage d'environ 500 bovins et des cultures entre autre de pommes et d'oignons.

Le principe de cette unité est de valoriser les effluents de l'élevage et les déchets végétaux en produisant de l'énergie. Le gaz produit par la méthanisation permet d'alimenter un moteur pour produire de l'électricité qui est revendue à EDF. La chaleur générée devrait quant à elle être valorisée sur l'exploitation grâce à la mise en place d'un réseau de chaleur pour sécher des végétaux ou chauffer des serres.

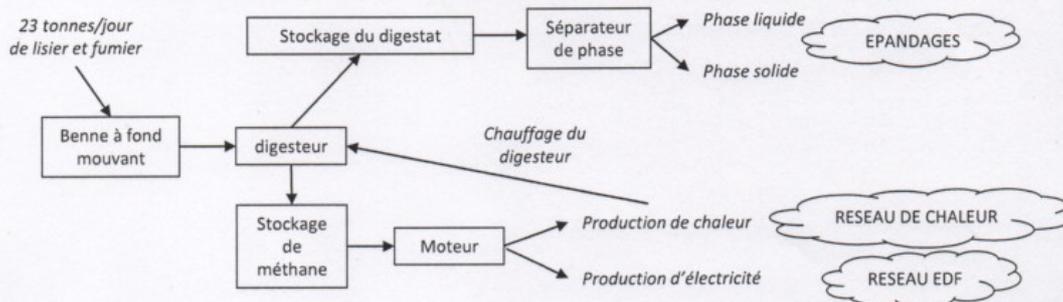


1

Installation d'une unité de méthanisation à la ferme à Boissy-Lamberville (27)

Origine et développement du projet

Préoccupés par les questions environnementales, dans l'obligation de gérer des quantités importantes de lisier et de fumier et à la recherche de nouveaux revenus pour l'installation de leurs 3 fils sur l'exploitation familiale, les exploitants se sont orientés vers la méthanisation. Après une étude de faisabilité en 2010, c'est l'entreprise allemande MT-Energie qui s'est chargée de concevoir et installer cette unité de méthanisation à la ferme.



Résultats

La mise en route n'ayant eu lieu qu'en janvier 2014, il faudra attendre pour avoir plus d'informations sur les performances de cette installation.

La production d'électricité est performante. Cette unité produit l'équivalent de la consommation de 430 maisons. Un agrandissement de l'installation est envisageable.

L'installation n'est pas sans conséquence en terme de charge de travail pour les exploitants puisque cela demande une surveillance et des tâches quasi quotidiennes en plus des travaux agricoles habituels.

*« La méthanisation est une activité complémentaire qui permet de valoriser les sous produits de l'agriculture »
exploitant agricole*

Évolutions et perspectives

L'installation prochaine de réseau de chaleur permettra de valoriser l'ensemble de l'énergie produite sur l'exploitation et éventuellement de proposer un nouvel atelier sur l'exploitation (séchage végétal).

Analyse des bonnes pratiques

- Participe au développement durable
 - économique
 - social
 - environnemental
- Favorise les économies d'énergie
- Crée une dynamique locale
- Favorise les partenariats et les approches transversales entre acteurs du monde rural, habitants et collectivités
- Bonne valorisation des financements publics

+++

• Contact ressource :

-GAEC DE BOUCLON, gaec.debouclon@wanadoo.fr, 02 32 45 95 97

Découvrir les fonds européens sur <http://www.projetsdeurope.gouv.fr>

Vos contacts du Réseau Rural Haut-Normand :

Animatrices du RRHN

Valérie GENOUVILLE : valerie.genouville@seine-maritime.chambagri.fr

Julie FAVREL : julie.favrel@seine-maritime.chambagri.fr

www.reseaurural-hautnormand.fr

Référent et co-animatrice du RRHN

Ingrid Guibey : ingrid.guibey@normandie.chambagri.fr

Annexe 5 : Lettre d'information présentant l'unité de méthanisation du GAEC de Bouclon



La lettre d'information
N° 13 - Mars 2014

Actualités

> **Inscrivez-vous au séminaire annuel du RRHN, le vendredi 4 avril 2014 à Val-de-Reuil**

«Innovation et dynamiques locales : les territoires haut-normands en marche»

Nouvelles technologies, nouvelles formes d'organisation, de coopération, nouvelles mobilités, nouveaux services, nouvelles pratiques... Quelles innovations pour favoriser le développement économique et social de nos territoires et, à la source de ces innovations, quels acteurs pour quelles finalités ?

Les rencontres menées par le réseau rural haut-normand au cours de ces trois dernières années ont montré, au travers des échanges et des initiatives présentées sur l'entrepreneuriat, l'énergie, l'aménagement, les services à la population, les relations urbain-rural..., que les territoires ruraux et péri-urbains de notre région pouvaient être de vrais espaces d'expérimentation et de créativité.

Les politiques publiques permettent-elles aujourd'hui de construire des territoires plus innovants ? Comment faire mieux, plus, plus vite pour que les idées les plus audacieuses se transforment en innovations et en projets générateurs de valeur ajoutée et d'emploi pour les territoires ? Le séminaire du RRHN sur l'innovation vise à répondre collectivement à ces questions, le plus concrètement possible. Les acteurs locaux sont en marche, il s'agit maintenant de voir, ensemble, comment accélérer le mouvement pour favoriser de nouvelles initiatives et dynamiques locales.

> **Les prochaines rencontres :**

- fin avril : mise en avant d'expériences et projets de jeunes,
- juin : aménagement et gestion durable du foncier.

Zoom sur...

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION DU GAEC DE BOUCLON

Après quatre années d'études puis de travaux, l'unité de méthanisation à la ferme du GAEC de Bouclon fonctionne depuis le 14 janvier dernier.

Le GAEC de Bouclon est une exploitation agricole de l'Eure en polyculture élevage qui dispose d'un cheptel d'environ 500 bovins. Il s'agit d'un regroupement de 4 exploitations ayant permis aux trois fils de M. et Mme de Bouclon de s'installer en tant qu'exploitants agricoles. Préoccupés par les questions environnementales, dans l'obligation de gérer des quantités importantes de lisiers et fumiers, et à la

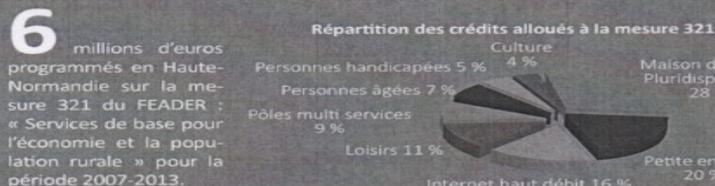


recherche de nouveaux revenus, l'entreprise agricole s'est naturellement intéressée à la méthanisation. Le principe de l'installation est simple : l'ensemble des déchets verts de l'exploitation (pommes, oignons, etc.) ainsi que les effluents d'élevage produisent du gaz qui alimente un moteur (220 kWelec). Ce moteur produit de l'électricité et de la chaleur. L'électricité est vendue à EDF et injectée dans le réseau. La

chaleur est réutilisée dans le process de méthanisation et permettra à terme d'alimenter un réseau de chaleur sur l'exploitation. Le digestat est quant à lui stocké puis épandu (après séparation de la phase liquide de la phase solide). L'investissement pour la concrétisation de ce projet est de 1,4 million d'euros. Plusieurs acteurs ont participé au financement de cette unité de méthanisation : 200 000 euros de la part du FEDER, 159 592 euros de la part de la Région et 30 000 euros du Département de l'Eure.



Les chiffres du trimestre



Cofinancé par l'Union Européenne



Fonds européen Agricole pour le Développement Rural : l'Europe investit dans les zones rurales

Annexe 6 : Photographies de la construction de l'unité de méthanisation du GAEC de Blouclon



INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES DE ROUEN

Département Sciences et Techniques Pour l'Ingénieur

BP 8 – place Emile Blondel - 76131 Mont-Saint-Aignan - tél : 33 2 35 52 83 00 - fax : 33 2 35 52 83 69

Annexe 7 : Documents affichés dans le magasin de vente directe de fruits et légumes du GAEC de Bouclon (photographies prises durant la visite du 17 mars)

Le substrat obtenu après fermentation est appelé digestat. Il est utilisé comme fertilisant organique et épandu dans les champs par les agriculteurs à la place des fumiers, lisiers et engrais minéraux. Comme les substrats se sont décomposés dans une enceinte fermée, le digestat issu de fumiers et lisiers n'aura pas l'odeur de ceux-ci, ce qui constitue un avantage pour le voisinage. Le digestat est en outre un fertilisant directement assimilable par les cultures, au même titre que des engrais minéraux. Il permet aux agriculteurs de réduire leurs achats d'engrais, ceux-ci étant généralement d'origine fossile (dérivés du pétrole).

Produit à partir de substrats locaux, le biogaz est une énergie décentralisée qui réduit la dépendance énergétique de notre pays. L'énergie produite à partir de biogaz se substitue à celle issue de produits importés (uranium, gaz, pétrole), améliorant ainsi notre balance commerciale.

Complément de revenu pour les agriculteurs, il permet généralement de développer des synergies locales à la base de l'économie circulaire.

Le biogaz en Allemagne :

- Politique de production d'électricité
- Cultures dédiées (jusqu'en 2012)
- En 2013 :
 - Plus de 7.700 installations en cogénération (Puissance moyenne : 440 kW)
 - 120 installations en injection




Le biogaz, une énergie douce pour l'environnement

Le biogaz peut être produit à partir de nombreux substrats :

- Effluents agricoles (fumiers, lisier, fientes)
- Déchets organiques issus des fermes et des industries agro-alimentaires (déchets de récolte, pulpes, etc.)
- Cultures (herbe, céréales immatures, maïs, tournesol)

Ces substrats sont conduits dans des cuves chauffées à 40°C dans lesquelles règne une atmosphère dépourvue d'oxygène. Il s'y produit une fermentation « anaérobie », ce qui veut dire « en l'absence d'oxygène ». C'est la méthanisation. Des microorganismes décomposent les matières entrantes. Il en résulte du biogaz, un gaz composé suivant les substrats utilisés de 50 à 70% de méthane et 30 à 50% de CO₂ ainsi que de quelques traces d'autres gaz.



Le biogaz peut être valorisé de différentes façons, ce qui en fait une énergie renouvelable particulièrement polyvalente :

- Utilisé dans un moteur de **cogénération**, il produit de l'électricité et de la chaleur. Dans ce cas, l'électricité est injectée dans le réseau et rachetée par EDF. La chaleur peut être utilisée pour diverses applications locales : chauffage de bâtiments d'élevage, de serres, d'habitations et de bâtiments publics, séchage de bois, de produits agricoles ou industriels par exemple.



- Il peut aussi être traité dans une installation d'**épuration du biogaz**. Ce procédé permet de récupérer le biométhane en le séparant des autres composants. Le biométhane obtenu possède la qualité du gaz naturel. Le méthane issu d'une installation de biogaz est appelé biométhane parce que d'origine renouvelable tandis que le méthane du gaz naturel a une origine fossile. Le biométhane produit par une installation de méthanisation peut être injecté dans le réseau de gaz naturel et/ou utilisé comme carburant pour véhicules.



Le biogaz en France :

- Politique de traitement des déchets
- Pas de cultures dédiées
- En 2013 :
 - 250 installations en cogénération (Puissance moyenne : 217 kW)
 - 3 installations en injection

Propositions de sujets de projets

Nous avons pensé au sujet suivant : « *Quel modèle agricole pour la France de demain ?* »