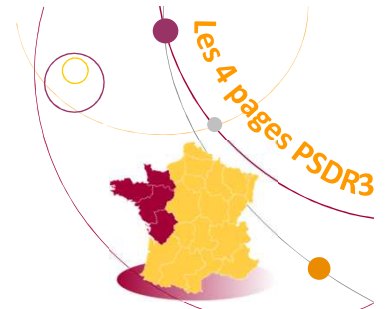




## BIOGAZ TERRITOIRE ENERGIE AGRICULTURE ENVIRONNEMENT

# BIODECOL2

## TERRITOIRES DE METHANISATION



La méthanisation des déchets organiques est une alternative intéressante pour participer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et aux défis énergétiques actuels. Ce procédé peut également être un moteur du développement des territoires ruraux et participer ainsi à la dynamique économique du territoire.

Afin de lever les principaux freins au développement de cette technologie, la production de données et d'outils de référence adaptés aux territoires du Grand-Ouest est nécessaire.

Trois types de projets émergent : (1) les projets « à la ferme » mis en œuvre par un ou quelques agriculteurs, (2) les projets centralisés « agricoles » issus d'une dynamique collective de la profession agricole et (3) les projets centralisés « industriels » issus d'une logique industrielle.

### Problématique

- Quels sont les intrants (déchets et substrats organiques) disponibles et utilisables dans les filières de méthanisation sur les territoires du Grand Ouest (GO) et quels sont les avantages et les contraintes associés à l'utilisation de ces intrants ? Quelles sont les principales voies de valorisation du biogaz adaptées aux différents territoires et projets ?
- Quel est l'impact environnemental d'une filière de méthanisation au niveau du territoire et plus globalement, quels sont les principaux déterminants de cet impact environnemental ?
- Quels sont les principaux facteurs de réussite d'un projet pour l'acceptabilité sociale et la mobilisation des acteurs et en termes économiques, en fonction de la filière développée et des caractéristiques du territoire concerné ?



Photo : ©A. Damiano

#### Référent Recherche

Fabrice BELINE,  
Cemagref, UR GERE, Rennes  
fabrice.beline@cemagref.fr

#### Référent Acteur

Armelle DAMIANO,  
AILE  
armelle.damiano@aile.asso.fr

### Contribution au développement régional

Les travaux du projet BIODECOL2 ont permis de dégager les enjeux territoriaux de développement liés aux projets de méthanisation tels que l'attractivité et le développement économique sur le territoire, le partage d'une démarche de « développement durable » entre les acteurs du territoire et la préservation des productions agricoles dans les territoires.

Différents outils d'analyse pour le développement régional ou territorial ont été produits tels que :

- des bases de données sur les références techniques et économiques adaptées aux projets des territoires du Grand Ouest,

- une typologie des projets de méthanisation, les dynamiques sociales associées ainsi que les principaux besoins d'accompagnement,

- une méthodologie et des références pour l'évaluation environnementale des projets de méthanisation adaptés au contexte du Grand Ouest,

- une méthodologie d'inventaire et de spatialisation des gisements de déchets et de substrats organiques à l'échelle des territoires.

Concernant la dynamique des territoires, le projet a permis de souligner les différences d'ancrage territoriales, les intérêts divergents des acteurs et la complexité administrative en termes de compétences vis-à-vis de la gestion de l'environnement.

### Laboratoires

- Lendormi Thomas, UBS, LIMAT B, Pontivy
- Dourmad Jean-Yves, INRA, UMR SENAH, Saint-Gilles
- Morvan Thierry, INRA, UMR SAS, Rennes-Quimper
  - Le Guen Roger, ESA, LARESS, Angers
- Tretyakov Oleksandr, Univ. Rennes 2, UMR ESO, Rennes
- Tazerout Mohand, EMN, UMR GEPEA, Nantes

### Partenaires

- AILE, Association d'initiatives locales pour l'énergie et l'environnement
  - IFIP, Institut du porc
- CRAB, Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne
- PAPAQ, Pays d'Argentan Pays d'Auge Ornaï
  - Le Pays de Fougères
  - La communauté de communes du Thouarsais
  - La communauté de communes du Pays de Fontenay le Comte

BIODECOL2

## Un projet de recherche mobilisant 4 démarches scientifiques complémentaires

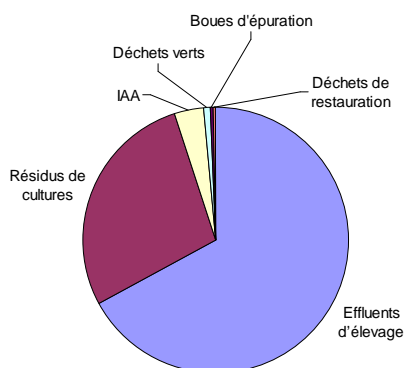
### Synthèse et traitement de données

Tout d'abord, les partenaires du projet BIODECOL2 ont travaillé sur la récolte, la synthèse, l'analyse et le traitement des données déjà existantes. L'aspect multi-partenarial du projet a permis d'optimiser ce travail à travers des échanges de données. De plus, cette phase de partage et d'échange entre les partenaires a permis, d'une part, d'alimenter la réflexion globale entre les partenaires et, d'autre part, d'apporter des premières réponses à certains questionnements scientifiques. Cependant, cette démarche se heurte très souvent à la disponibilité des données, à la confidentialité de celles-ci et également au manque d'exhaustivité des données disponibles. Il est donc nécessaire de prolonger cette approche par des démarches complémentaires.

### Enquêtes et analyses de données

En complément, des enquêtes spécifiques ont été effectuées dans le cadre de (i) l'étude des conditions de développement d'un projet de méthanisation collectif, (ii) de l'étude du gisement de substrats organiques et des besoins de chaleur sur le Pays de Fougères (Figure 1), (iii) de l'analyse des données technico-économiques concernant la méthanisation des déchets des collectivités et les voies de valorisation de la chaleur auprès des collectivités et (iv) l'étude des dynamiques sociales des projets de méthanisation de déchets agricoles et agroalimentaires.

Figure n° 1. Répartition du gisement de déchets et substrats organiques sur le Pays de Fougères exprimé en potentiel énergétique.



### Simulations expérimentales

Une troisième approche méthodologique mise en œuvre dans le projet BIODECOL2 a été la simulation expérimentale. Il s'agit de reproduire, en conditions maîtrisées et à plus petite échelle, ce qui se passe à échelle réelle dans les procédés de méthanisation. Cette démarche permet de produire des connaissances et des références qu'il est possible de transférer en données opérationnelles, soit directement, soit via l'utilisation de modèles numériques. Cette approche a notamment concerné l'étude des différents substrats méthanisables, la définition du dimensionnement optimal des installations (Figure 2) et l'étude des impacts environnementaux liés à la méthanisation.



Figure n° 2. Pilote de laboratoire pour la simulation expérimentale de la méthanisation.

### Simulations numériques

Ainsi, la quatrième démarche développée dans le cadre du projet BIODECOL2 est la simulation numérique ou la modélisation. Cette démarche vient à la suite et en complément des trois démarches précédentes. Elle est utilisée, d'une part, afin d'extrapoler dans le temps et dans l'espace à partir de données de simulation expérimentale et, d'autre part, afin de prendre en compte l'ensemble d'une filière. Cette démarche s'est appliquée aux aspects techniques, géographiques, environnementaux et économiques ; elle présente l'atout majeur d'intégrer les données et les connaissances primaires produites lors des approches précédemment décrites.



Les terrains d'étude

## Les résultats

### Trois types de projets

Trois types de projets se distinguant par leur taille et l'origine du porteur de projet émergent :

1 - les projets « à la ferme » mis en œuvre par un ou quelques agriculteurs. La taille de ces projets, exprimée généralement par rapport à la puissance électrique générée, se situe entre 100 et 250 kWe.

2 - les projets centralisés « agricoles » issus d'une dynamique collective de la profession agricole. La taille de ces projets se situe entre 300 kWe et 1500 kWe.

3 - les projets centralisés « industriels » issus d'une logique industrielle. La taille de ces projets est généralement supérieure à 1000 kWe.

Ces types ne sont pas exclusifs et peuvent parfois cohabiter, voire s'hybrider.

### Des aspects techniques transversaux

De façon transversale à toutes ces types, se pose la question primordiale des déchets et des substrats organiques en termes qualitatifs et quantitatifs. Quel que soit le projet, il est généralement basé sur (1) un substrat majoritaire en termes de volume (effluents d'élevage et/ou boues de STEP), assurant un apport de matière organique mais aussi et surtout assurant le fonctionnement hydraulique et la stabilité du système et (2) des co-substrats d'origines diverses caractérisés par de forts potentiels méthanogènes et assurant une production de méthane plus importante. L'ajout de co-substrats peut également participer significativement à la rentabilité des projets lorsqu'ils donnent lieu à une indemnité de traitement. Les principales caractéristiques des substrats et des co-substrats ont été définies (Figure 3) et la mise au point de méthodologie de caractérisation couplée à la modélisation numérique a permis de mieux appréhender l'impact du dimensionnement des filières sur les rendements.

Aucun antagonisme entre les substrats n'a été observé même si l'utilisation de graisses industrielles peut, dans certaines conditions, engendrer des ralentissements cinétiques. Pour autant, les graisses industrielles présentent des atouts majeurs comme co-substrats et les conditions. Les limites d'utilisation de ce co-substrat ont donc été étudiées plus spécifiquement.

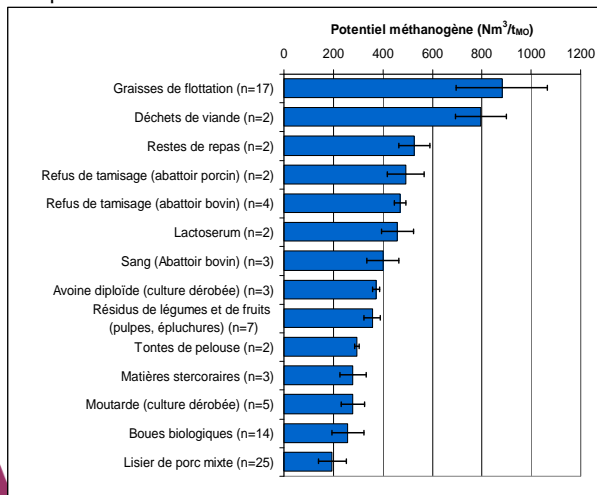
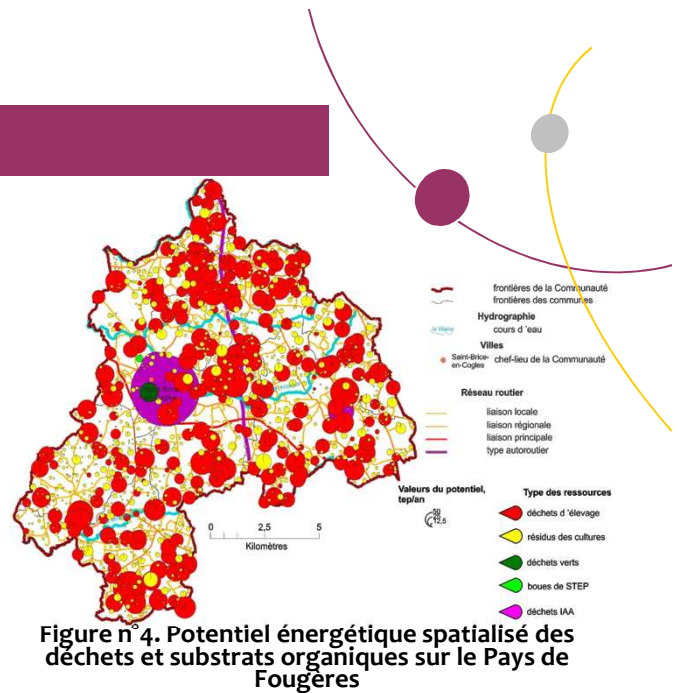


Figure n°3. Potentiels méthanogènes des principaux déchets et substrats organiques.



La réalisation d'un inventaire spatialisé des gisements de déchets et substrats organiques a mis en évidence l'importance prépondérante des effluents d'élevage dans le potentiel énergétique (région d'élevage du GO) du territoire mais avec une très forte dispersion géographique, la moindre importance du gisement de déchets industriels en termes de potentiel énergétique mais sa forte densité localement et le potentiel important des déchets et résidus de culture (Figure 4).

Les transformations majeures des intrants et les impacts environnementaux liés à ces transformations sont également transversaux aux différents types décrits précédemment. Ainsi, l'expérimentation « terrain » sur les impacts environnementaux et agronomiques de la méthanisation ont ainsi mis en évidence les effets majeurs du procédé et les précautions à mettre en œuvre qui en découlent :

- une réduction significative des émissions de méthane au cours du stockage des effluents mais, en contrepartie, une augmentation des émissions d'ammoniac aussi bien au stockage qu'à l'épandage, du fait principalement d'une augmentation de pH du produit. Ceci nécessite la mise en place de couvertures des fosses de stockage avec récupération éventuelle de méthane et l'utilisation de techniques d'épandage adaptées.

- pas d'impact du procédé de méthanisation sur les formes du phosphore et un impact modéré sur les formes de l'azote. Ceci nécessite la mise en place de post-traitements spécifiques si l'objectif est de gérer différemment les nutriments des effluents (élimination, concentration-exportation, ...). Ces post-traitements peuvent être facilités par couplage avec la méthanisation du fait de synergies potentielles.

- un faible impact direct de la méthanisation mésophile sur l'hygiénisation des intrants nécessitant la mise en place d'un procédé spécifique, s'il y a nécessité d'hygiénisation,

- l'épandage de digestats (produit issu de la méthanisation) permet un apport au sol de matière organique relativement stable mais les flux restent toutefois relativement limités. Les digestats permettent principalement un apport d'éléments fertilisants, notamment d'azote. La valeur fertilisante à court terme est en très grande partie déterminée par les teneurs en  $\text{NH}_4^+$  et dépend donc des intrants utilisés.



## Les résultats

### Les spécificités

#### des projets « à la ferme »

Pour les projets « à la ferme », les besoins d'accompagnement sont principalement d'ordre technique. L'acceptabilité sociale du projet n'est généralement pas un frein au développement et ces projets sont plutôt perçus positivement. Les principales dispositions sociales de réussite pour le porteur de ce type de projet sont de fortes motivations initiales, un goût pour l'innovation technologique, une démarche réflexive et une forte sociabilité professionnelle et publique.

D'un point de vue économique, bien que le prix de vente de l'électricité produite reste le principal déterminant de la rentabilité, la quantité d'intrants extérieurs à l'exploitation ainsi que les indemnités correspondantes sont également prépondérantes. D'un point de vue environnemental, la valorisation de la chaleur qui vient se substituer à l'utilisation d'énergies fossiles et la réduction des émissions de méthane engendrent un bilan positif sur l'exploitation si les précautions notamment vis-à-vis des émissions d'ammoniac sont mises en place.

#### des projets « centralisés »

L'impact environnemental potentiellement positif des projets « à la ferme » reste très limité à l'échelle d'un territoire. Pour que l'impact environnemental, mais également économique, soit significatif, l'implantation de projets centralisés apparaît incontournable. A cette échelle, les alternatives à la co-génération, telle que l'injection directe dans le réseau de gaz naturel, peuvent s'avérer intéressantes en fonction du contexte territorial.

Une des problématiques fortes de ces projets, notamment les projets centralisés « agricoles » concerne l'acceptabilité sociale. Il convient de distinguer 2 zones géographiques pour appréhender ces enjeux : la Bretagne où ce type de projets doit faire face à une forte opposition des populations notamment du fait d'un passif historique et de l'image d'industrialisation encore plus importante que peut donner ce type de projets et les zones hors Bretagne où il y a assez peu d'opposition. Lorsqu'elle existe, cette opposition est basée sur les craintes liées à la présence d'odeurs et/ou à l'augmentation du trafic routier.

Concernant l'évaluation environnementale, une méthodologie d'analyse de cycle de vie (ACV) a été développée à partir des références « primaires » acquises au cours de ce projet. L'application de cette méthodologie a mis en évidence l'importance du contexte territorial sur ce bilan environnemental.

A cette échelle, en plus des aspects environnementaux et sociologiques, se pose également la question du potentiel des territoires et de la planification du développement de la méthanisation afin d'éviter des concurrences trop importantes avec des impacts économiques néfastes à terme. Dans ce cadre, des outils d'inventaire et de spatialisation des gisements à l'échelle d'un territoire ont été développés en utilisant les outils de la géomatique et les résultats obtenus sont à la base des premiers travaux conduits sur une méthodologie d'optimisation de l'implantation d'unités centralisées permettant de maximiser la production de biogaz et de minimiser le transport.

### Pour aller plus loin...

- Réussir un projet de méthanisation territoriale multipartenaire. Guide pratique édité par la FNCuma et Coop de France, 2011, 237 p.
- Etude des cinétiques de dégradation anaérobie et des interactions entre substrats organiques : impact sur les filières de co-digestion. Girault R., Mémoire de thèse, Université de Rennes 1, 2011, 285p.
- Méthanisation: les premiers pas de la filière dans le secteur agricole. Girault R., Béline F., Damiano A. Environnement & Technique, 2011, p38-42.
- Premiers résultats de l'unité de méthanisation de Guernévez. Quideau P., Landrain P., Atout Porc, 2011, p 34-36.
- Approche socio-documentaire de la méthanisation dans le Grand-Ouest de la France. De La Casinière H., Le Guen R. Rapport d'étude, 2010, 185 p.

#### Pour citer ce document :

BELINE, Fabrice (30/11/2011). TERRITOIRES DE METHANISATION, BIODEOCL<sub>2</sub>, PSDR-GO, Série Les 4 pages PSDR<sub>3</sub>.

#### Pour et Sur le Développement Régional (PSDR), 2007-2011

Programme soutenu et financé par :

#### Plus d'informations sur le programme PSDR :

##### Contacts :

PSDR GO : Anne-Catherine CHASLES (INRA) – psdrgo@nantes.inra.fr

Site web : [www.psdrgo.org](http://www.psdrgo.org)

Direction Nationale PSDR : André TORRE (INRA) – [torre@agroparitech.fr](mailto:torre@agroparitech.fr)

Animation Nationale PSDR : Frédéric WALLET (INRA) -

[wallet@agroparitech.fr](mailto:wallet@agroparitech.fr)