

### Introduction

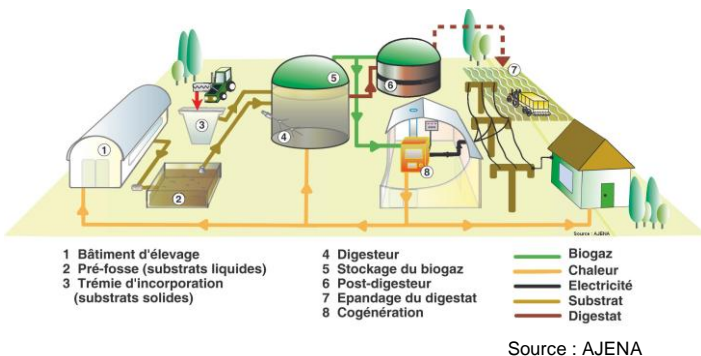
La méthanisation est un processus biologique qui permet de produire une énergie renouvelable et un engrais de ferme à partir de déchets et sous-produits organiques. Cette technologie connue depuis plus de quarante ans connaît un développement tardif en France à l'inverse de certains voisins européens (Allemagne, Danemark, Suède, Suisse).

La hausse du prix de l'énergie et la nécessité croissante de trouver des sources d'énergies renouvelables ont entraîné un véritable regain d'intérêt pour la méthanisation.

En juillet 2006, les pouvoirs publics français ont mis en place un dispositif de rachat de l'électricité produite à partir du processus de méthanisation avec des tarifs incitatifs. Ces tarifs sont plus élevés pour des installations de méthanisation de petites tailles, intéressant plus particulièrement les exploitations agricoles produisant du biogaz à partir d'effluents d'élevage.

Le développement de la filière méthanisation en Bourgogne constitue un enjeu important et s'inscrit dans la mise en place d'une politique régionale de développement des énergies renouvelables, de valorisation des déchets organiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

### Installation de méthanisation



## LE PROCESSUS DE METHANISATION AGRICOLE

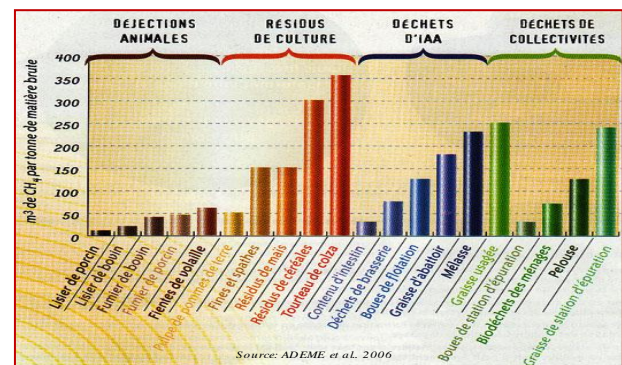
« La méthanisation est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant une énergie renouvelable et un engrais. En l'absence d'oxygène (digestion anaérobie), des bactéries dégradent partiellement la matière organique, ce qui conduit à la formation de biogaz (valorisé en énergie) et d'un digestat (épandu sur les cultures comme engrais) » (ADEME *et al.*, 2006).

### ► Quelles sont les matières méthanogènes ?

Le biogaz agricole est produit principalement à partir de déjections animales. Ces substrats sont

disponibles en quantités importantes mais produisent peu d'énergie, étant peu méthanogènes. Par conséquent il est nécessaire d'associer ces effluents agricoles à des co-substrats d'origines diversifiées (sous-produits agricoles, déchets de collectivités locales, déchets issus des commerces ou encore déchets

### Le pouvoir méthanogène



d'industries agroalimentaires).

Le choix des matières organiques à méthaniser est un point clé dans la gestion d'une installation de biogaz agricole car il détermine le rendement en méthane et donc la production d'énergie. Plus le pouvoir méthanogène d'un substrat ou co-substrat est élevé, plus la production d'énergie est importante.

Les matières organiques seront digérées dans un digesteur (cuve hermétique et cylindrique), puis valorisées.

Parmi les différentes matières organiques, seuls les ligneux (bois, branchages, etc.) ne peuvent être digérés par les bactéries, par conséquent il est inutile de les mettre dans le digesteur.

De même, les matières organiques contenant des substances dangereuses ou présentant un risque sanitaire ne doivent pas entrer dans le digesteur. Ces substances risquent de perturber le processus bactérien et d'altérer la qualité du digestat qui sera épandu sur les terres agricoles.

### ► Les réactions biologiques

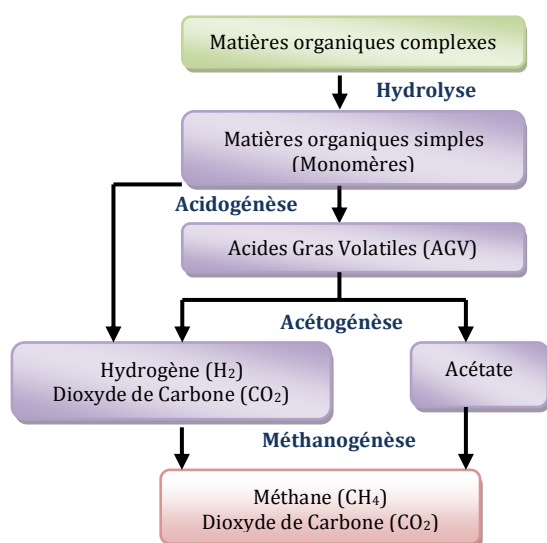
La méthanisation se déroule en quatre étapes successives : l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse.

Ces réactions biologiques sont sensibles à certaines conditions physico-chimiques :

- la température : chaque micro-organisme est adapté à une température optimale. Une température non adaptée affecte l'activité enzymatique et la croissance de ces micro-organismes. La digestion anaérobie peut se dérouler selon trois voies thermiques :

- la voie psychrophile : 4°C à 25°C
- la voie mésophile : de 35°C à 45°C, la plus largement utilisée
- la voie thermophile : de 55°C à 65°C.
- le pH : les conditions optimales sont entre 6,5 et 7,3 pour la digestion anaérobie afin de ne pas affecter la croissance et l'activité enzymatique des micro-organismes.
- le potentiel redox : celui-ci définit le milieu anaérobie, déterminant les demi-couples possibles d'oxydoréduction
- les co-facteurs : ils assurent l'efficacité et le fonctionnement de la chaîne trophique, avec nécessité d'avoir une faible quantité d'éléments minéraux comme le fer, le nickel, le magnésium, le calcium, le sodium et le cobalt.

Les réactions biochimiques de la digestion anaérobie



D'après Degremont, 2005

L'activité enzymatique anaérobie dépend de ces paramètres qui jouent un rôle déterminant face à la survie et la croissance des micro-organismes.

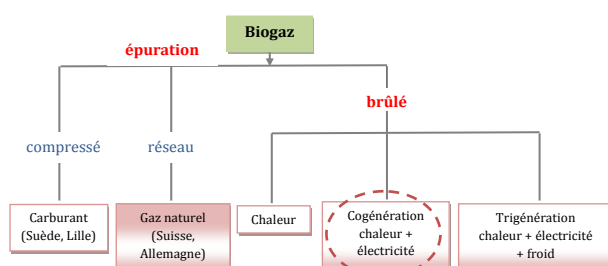
### ► La production d'énergie renouvelable

La méthanisation produit de l'énergie à partir du biogaz.

La composition du biogaz dépend des matières entrant dans le digesteur. Le biogaz est essentiellement composé de méthane CH<sub>4</sub> (50 à 70 %) et de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> (25 à 45 %). On trouve également des traces d'autres composants tels que l'eau H<sub>2</sub>O (2 à 7 %), l'azote N<sub>2</sub> (< 2 %), l'oxygène O<sub>2</sub> (< 2 %), l'hydrogène sulfureux H<sub>2</sub>S (< 1%) et l'hydrogène H<sub>2</sub> (< 1 %).

Avant d'être valorisé, le biogaz doit être épuré de certains composants selon la valorisation choisie.

La valorisation du biogaz



La cogénération est le système le plus largement développé en France. Actuellement, les politiques publiques affichent clairement une volonté de développer les projets de méthanisation de ce type, avec la mise en place de la prime à l'efficacité énergétique, incitative pour les porteurs de projet qui valorisent la chaleur produite.

### ► Le digestat

Le digestat correspond à la matière organique résistante non digérée. Le digestat représente 1/3 de la matière organique entrant dans le digesteur. C'est un produit plus fluide que les matières entrantes.

Au cours du traitement anaérobie, 2/3 de l'azote organique se retrouve sous forme ammoniacale (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) par dénitrification ou oxydation anaérobie de l'ammonium. Ceci permet une meilleure disponibilité de l'azote pour les plantes, ainsi qu'une diminution du risque de lessivage.

Cette transformation de l'azote augmente les risques de volatilisation de l'ammonium et nécessite de réaliser des épandages bien maîtrisés, avec des rampes équipées de pendillards pour un épandage au plus près du sol.

Le digestat conserve au cours de la méthanisation les teneurs en N, P et K totales.

## EN BOURGOGNE, QUELS SUBSTRATS ET CO-SUBSTRATS SONT DISPONIBLES POUR LA « METHANISATION A LA FERME » ?

Cette synthèse est issue de l'étude régionale réalisée en 2008 et intitulée «La méthanisation agricole en Bourgogne, Evaluation du potentiel bourguignon pour promouvoir la filière méthanisation à la ferme » (Zanella C., 2008). Elle a été présentée à la journée « Biogaz agricole » du 28 novembre 2008 qui a rassemblé 135 personnes et 10 entreprises et bureaux d'étude.

### • Objectifs de l'étude régionale

La méthanisation permet de gérer les déchets organiques produits par les différents acteurs : les agriculteurs, les entreprises agroalimentaires et les collectivités, chacun étant confronté à une problématique de gestion de ses propres déchets. Afin de coordonner le développement de la méthanisation en Bourgogne, un programme d'accompagnement « Biogaz Agricole » a été mis en place. Il est soutenu par l'ADEME et le Conseil Régional de Bourgogne dans le cadre du PECB<sup>1</sup>, et piloté par la Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne.

En 2008, la Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne a souhaité faire un état des lieux des gisements de déchets et sous-produits organiques sur le territoire bourguignon. Cet état des lieux a

<sup>1</sup> Plan Energie Climat Bourgogne

permis d'évaluer les gisements de substrats « disponibles » pour la méthanisation afin d'estimer le potentiel bourguignon pour promouvoir le développement de la filière « méthanisation à la ferme » au sein du territoire régional.

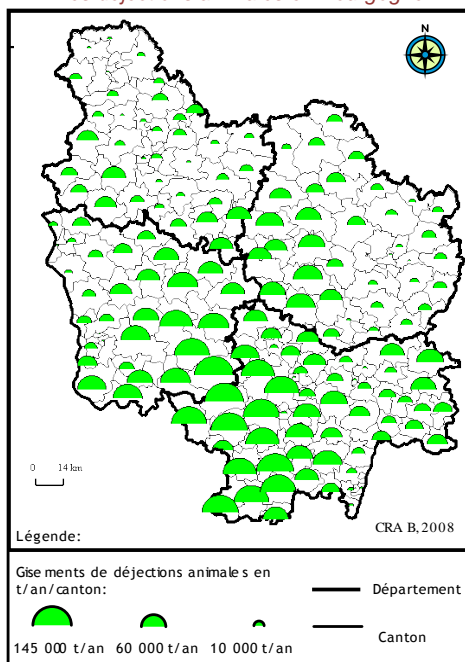
### ► Les substrats d'origine agricole

#### Chiffres clé

- **Substrats agricoles : 6,5 Mtonnes/an**
- 1 UGB = 200 à 700 m<sup>3</sup> de biogaz/an
- 1 m<sup>3</sup> de biogaz = 5 à 7,5 kWh total, soit 1,5 à 3 kWh électrique

Les principaux élevages bourguignons (bovins, porcs et volailles), produisent près de 6,5 Mtonnes de déjections par an.

Carte :  
Les déjections animales en Bourgogne



Sources: porcs: Interpor c Bourgogne (2007); volailles: CRAB (2006)  
bovins: RA 89 (2000), CA 58 (2007), CA 71 (2008), CA 21 (2008)

Ces élevages présentent ainsi un fort potentiel pour le développement de la méthanisation agricole en Bourgogne. Les déjections animales sont en effet des matières premières essentielles pour la production de biogaz agricole.

Néanmoins, ces substrats ont un faible pouvoir méthanogène, qui nécessite de les associer à d'autres matières organiques complémentaires couramment nommées « co-substrats » et d'origines diversifiées (industries agroalimentaires, collectivités locales, commerces, ...).

#### **D'autres effluents d'origine agricole peuvent être digérés:**

- les fumiers des caprins, ovins, équins (attention à la présence de sables qui),
- les issus de céréales et les effluents viticoles,
- les effluents d'installations de traite: eaux blanches et eaux vertes,
- les jus d'ensilage, ....

### • Les co-substrats issus des Industries Agro-Alimentaires (IAA)

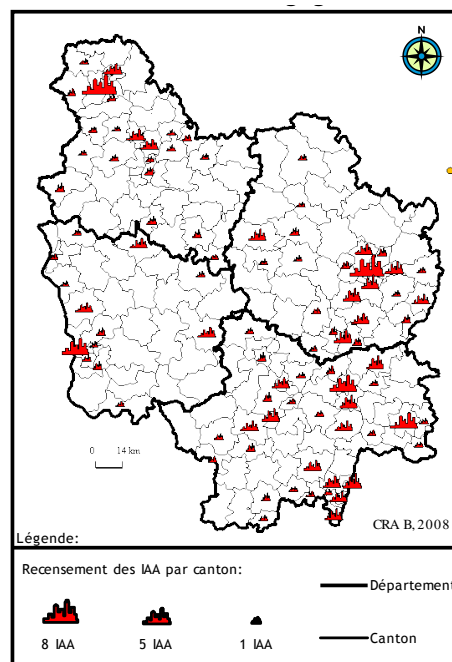
**Chiffre clé : 8 485 tonnes/an de déchets des abattoirs (matières stercoraires)**

#### **Les industries agroalimentaires en Bourgogne : une piste à explorer**

Les IAA représentent un potentiel intéressant pour la méthanisation car celles-ci génèrent des co-substrats organiques dont les débouchés actuels ne sont pas toujours durables et viables économiquement. Aujourd'hui, certains déchets organiques n'intègrent pas de filière de valorisation ou dépendent de filière de traitement parfois très coûteuse. La méthanisation peut s'inscrire comme une alternative locale de gestion et de traitement de ces déchets.

Compte-tenu des éléments disponibles sur la traçabilité et la gestion des déchets organiques, l'étude a été effectuée en cartographiant les industries génératrices de déchets organiques. Seul le gisement des matières stercoraires issues des abattoirs est apprécié dans cette étude.

Carte :  
Les IAA en Bourgogne



Sources: CC I(s) Bourgogne (2008)

#### **Une grande diversité de co-substrats:**

Les co-substrats générés par les IAA sont par exemple :

- lactosérum, eaux de lavage, boues, pour les laiteries et fromageries
- déchets de légumes en conserveries, déchets du circuit du frais, eaux de process, de lavage, ...., pour les IAA en fruits et légumes
- marcs de pomme, gâteaux de filtration, boues, effluents organiques, pour les distilleries de brasseries, cidreries et malteries
- matières stercoraires (tubes digestifs et excréments), graisses, sang, ...., pour les abattoirs.

• **Les co-substrats issus des collectivités locales**

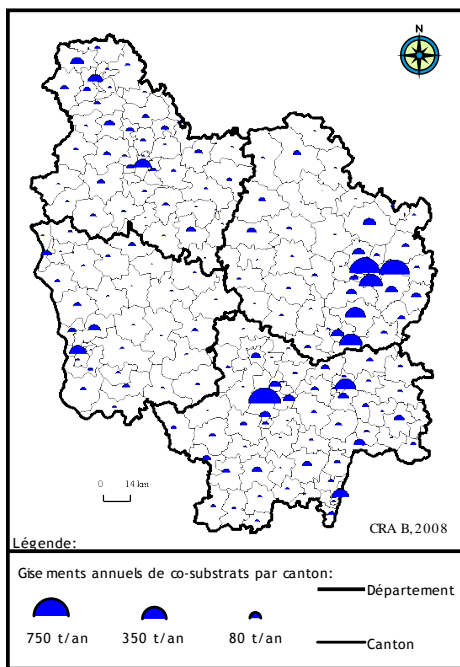
**Chiffres clé**

- **Co-substrats issus des collectivités territoriales : 8 500 tonnes/an** avec :
  - 5 937 tonnes/an de déchets de la restauration scolaire
  - 2 550 tonnes/an de boues de station d'épuration non valorisées

**Une dynamique territoriale centrée sur la problématique des déchets**

Au-delà de la gestion de déchets et sous-produits organiques, l'implantation d'une unité de biogaz agricole favorise les échanges et les partenariats entre les acteurs du territoire et le(s) porteur(s) de projet et crée une nouvelle dynamique territoriale.

Carte :  
Les boues de station d'épuration et les déchets issus de la restauration collective (cantines scolaires)



Sources: boues: CA 21 (2006), CA 89 (2006), CG 58 (2006), CG 71 (2006)  
déchets des cantines scolaires: Inspections Académiques (rentrée 2007)

La méthanisation est une filière complémentaire de valorisation des déchets, il ne s'agit pas de concurrencer les filières existantes comme le compostage, le traitement biologique des boues, ....

Les co-substrats recensés dans cette étude et détenus par les collectivités locales sont les quantités de boues de station d'épuration non valorisées (destinées à l'incinération, la mise en décharge ou le dépôt en centre de stockage), les eaux grasses et 50 % des huiles alimentaires issues de la restauration scolaire. Les déchets verts représentent un gisement beaucoup difficile à intégrer dans la filière de méthanisation à l'échelle régionale, nécessitant un tri au préalable.

**Autres co-substrats méthanogènes, non recensés**

- les tontes de pelouses (les branchages ne sont pas méthanogènes).
- la fraction fermentescible des ordures ménagères. Ces déchets nécessitent souvent la mise en place d'un tri et d'une collecte organisée afin de conserver uniquement les matières organiques méthanogènes.

• **Les co-substrats issus des commerces en alimentation**

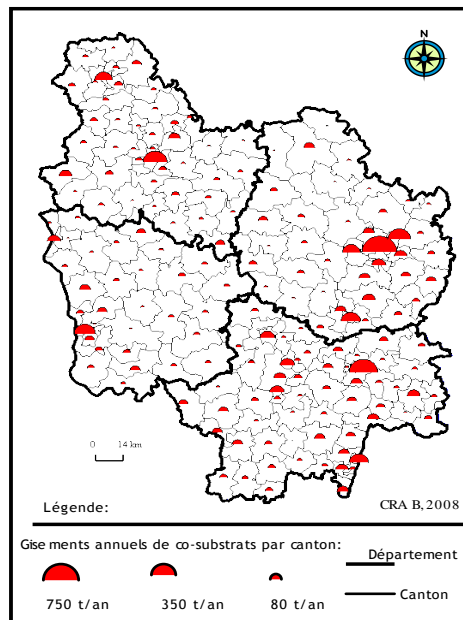
**Chiffres clé**

- **Co-substrats issus des commerces en alimentation : 9 606 tonnes/an** avec :
  - 8 766 tonnes/an de déchets de la restauration commerciales
  - 800 tonnes/an de déchets de boulangerie et pâtisserie
  - 40 tonnes/an de déchets de boucherie et charcuterie

**La « méthanisation à la ferme », une alternative locale d'élimination des déchets**

Les commerces en alimentation sont quotidiennement confrontés à la problématique de gestion des déchets. La gestion des déchets organiques nécessite parfois d'importants coûts de transports et de traitements, notamment pour les graisses et les huiles alimentaires usagées alors qu'il s'agit de matières très méthanogènes. La « méthanisation » est une alternative locale d'élimination des déchets à moindre coûts pour les commerces.

Carte :  
Les déchets des petits commerces et de la restauration commerciale



Sources: déchets des petits commerces: CMA 21 (2008)  
déchets de la restauration commerciale: d'après le recensement des établissements des CCI(s) Bourgogne (2008)

Dans cette étude, les co-substrats détenus par les commerces et dont les gisements sont « mobilisables » pour la méthanisation sont les déchets de pain des boulangeries - pâtisseries, les graisses de boucheries - charcuteries, les eaux

grasses de la restauration commerciale et 40 % des huiles alimentaires générées par ces activités.

**Autres co-substrats méthanogènes, non recensés**

- les déchets des grandes surfaces
- les déchets des commerces de gros et sites d'entrepôts alimentaires, ...

**Les limites de l'étude régionale**

Les résultats de cette étude reposent, pour partie, sur des estimations, avec, de plus, certaines données non recensées (comme les déchets des IAA) faute de sources disponibles. Aussi, cette étude ne garantit pas l'exhaustivité des données présentées.

L'évaluation du potentiel bourguignon réel impliquerait de prendre également en considération une multitude de paramètres : la disponibilité des substrats, la qualité de ces substrats, la valorisation énergétique, le transport des matières, ... Tous ces paramètres s'inscrivent dans un contexte local propre à chaque territoire.

**Quel potentiel bourguignon pour promouvoir la filière de « méthanisation à la ferme » ?**

**Chiffre clé :** Un potentiel bourguignon de 10 installations de biogaz agricole (installations moyennes de 100 kW électriques)

Cette étude permet d'évaluer le gisement potentiellement « mobilisable » pour la méthanisation agricole en Bourgogne. Ce travail met en lumière le fort potentiel de l'agriculture face au développement de la production de biogaz.

En effet, les élevages bourguignons bovins, porcins et de poulets de chair avec près de 6,5 Mt de déjections « récupérables » par an, constitue un gisement important, plus marqué dans les secteurs d'élevage comme dans la zone allaitante de la Bourgogne. Dans cette zone, les cantons comptabilisent en moyenne près de 145 000 t de déjections « récupérables » par an. La zone allaitante comptabilise un gisement moyen de substrats agricoles par rapport au gisement bourguignon global avec une 60 000 t annuelle par

canton.

Les plus faibles gisements sont observés pour l'ouest de la Nièvre, l'Yonne ainsi que le nord et l'est de la Côte d'Or.

Malgré une présence plus marquée des élevages porcins et avicoles dans le département de l'Yonne, les gisements de déjections « récupérables » dans ces secteurs restent plus modestes, entre 30 000 t et moins de 10 000 t par an par canton.

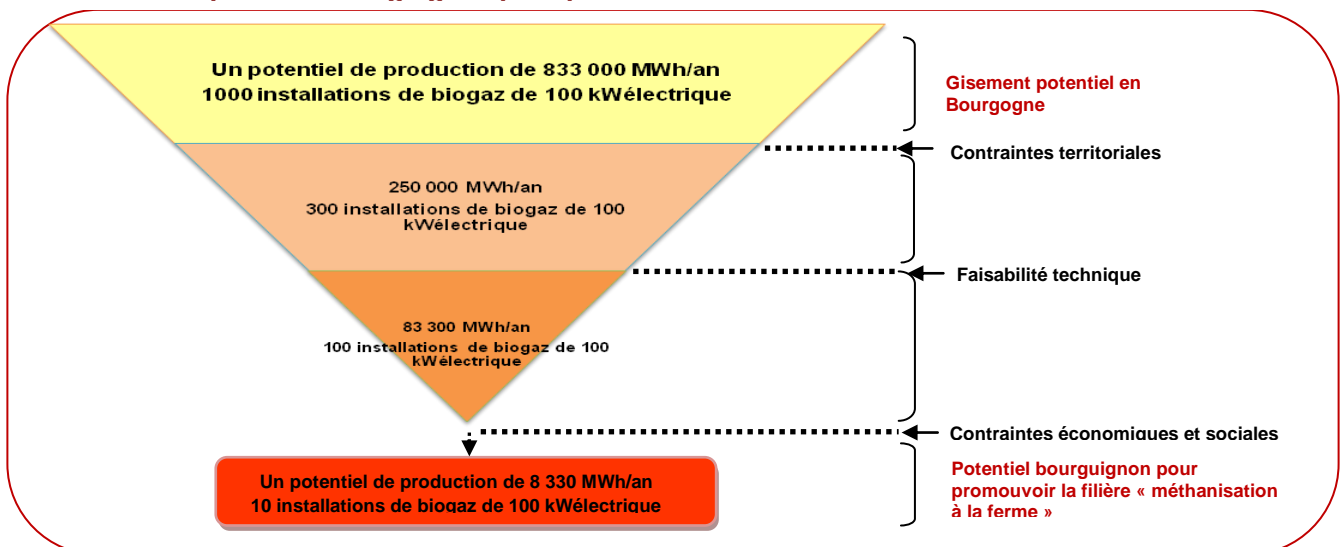
Les co-substrats recensés représentent plus de 26 500 tonnes annuelles. Ceux-ci peuvent parfois être difficilement « mobilisables » pour un projet de biogaz dans la mesure où ils peuvent intégrer des filières de valorisation, nécessiter la mise en place d'une collecte et/ou un tri, ou ne pas sécuriser un approvisionnement régulier du digesteur. Tous ces paramètres montrent la complexité de l'élaboration d'un projet de méthanisation. Une étude à l'échelle locale est alors requise pour évaluer les coûts énergétiques et financiers associés à l'élimination de ces matières organiques.

Le gisement potentiel en Bourgogne permettrait de nourrir près de 1 000 installations de biogaz agricole, toutefois de nombreuses contraintes limitent fortement le développement de cette filière. Tout d'abord, ce potentiel déterminé par l'importance du gisement « mobilisable » est fortement altéré par des contraintes territoriales : valorisation de la chaleur à proximité de l'installation, des surfaces épanchables suffisantes, des surfaces disponibles pour l'implantation de l'installation (distance minimale des habitations, absence de zone inondable ou cours d'eau, un accès poids lourds, ...), un transport des matières organiques limité, ....

Les paramètres déterminant la faisabilité technique de ces installations s'ajoutent aux contraintes territoriales : la qualité et la propreté des substrats, la disponibilité annuelle et pluriannuelle des substrats, l'assurance d'approvisionnements réguliers en matières organiques, la mise en place de tri et de collecte spécifique, ...

Enfin, de nombreuses contraintes économiques et sociales dissuadent un certain nombre de porteur

**Le potentiel bourguignon pour promouvoir la filière « méthanisation à la ferme »**



de projet de méthanisation comme : l'importance du montant d'investissement, la disponibilité de ou des agriculteur(s) pour gérer l'installation, l'acceptation du projet par le voisinage, le poids de la procédure administrative...

**Finalement, cette étude permet d'évaluer le potentiel bourguignon à promouvoir l'émergence de 10 installations de biogaz agricole sur son territoire.**

### • Conclusions & Perspectives

L'étude de gisement des déchets et sous-produits organiques a permis d'évaluer l'existence d'une dynamique territoriale centrée autour de la problématique d'élimination des déchets. Selon les types de déchets, on enregistre diverses filières de valorisation (agricole, compostage, biocarburants, ...). Au cours de cette étude, les collectivités territoriales ont affirmé leur volonté de préserver ces filières. Cependant, la problématique des déchets dépend de plus en plus d'une logique technico-économique pour leur détenteur, parfois au détriment de la logique environnementale. Les collectivités territoriales cherchent plus généralement à développer des alternatives locales pour assurer la gestion des déchets. Pour les entreprises industrielles et commerciales, la « commercialisation » des déchets est en développement croissant. Ces établissements montrent un intérêt grandissant par rapport à l'adoption de pratiques de production respectueuses de l'environnement, souvent associé à une logique marketing.

L'estimation du gisement « mobilisable » pour la méthanisation agricole a permis d'évaluer le « potentiel » méthanogène en Bourgogne. Ce potentiel évalue pour chaque canton la disponibilité des substrats et co-substrats. Ceci pourra être une base de réflexion pour des financeurs et des porteurs de projet qui souhaiteraient développer de nouveaux projets sur le territoire bourguignon, en

prenant en compte les paramètres déterminant de la faisabilité d'un projet.

Enfin, cette étude permet d'identifier l'existence de nombreux freins au développement des installations de biogaz agricole.

### LES PROJETS ACTUELS DE METHANISATION A LA FERME EN BOURGOGNE

En Bourgogne, les Chambres d'Agriculture avec l'appui technique de l'AJENA (Association Energie et Environnement, Lons-le-Saunier) orientent et accompagnent au mieux les porteurs de projet bourguignons dans leur démarche.

Un groupe d'échange régional entre les différents porteurs de projet, piloté par les Chambres d'Agriculture et l'AJENA, permet d'avancer ensemble sur le développement de cette filière.

L'objectif pour la Bourgogne (pour l'ADEME, le Conseil Régional et les Chambres d'Agriculture) en matière de « méthanisation à la ferme » est de développer 10 projets pilotes d'installations de biogaz agricole dans les 5 prochaines années. La mobilisation de tous les acteurs du territoire (ADEME, Conseil Régional, CRAB, ...) contribue au renforcement de la dynamique et au développement de la « méthanisation à la ferme » en Bourgogne.

Actuellement, 23 projets de « méthanisation à la ferme » ont été recensés par la Chambre Régionale d'Agriculture et ses partenaires (4 en Côte d'Or, 3 dans la Nièvre, 8 en Saône-et-Loire et 8 dans l'Yonne). Ces projets - à différents stades d'avancement, de la simple réflexion à la réalisation de l'étude d'ingénierie - devraient émerger dans les prochains mois et années et contribuer au développement d'une production d'énergie durable.

**Pour disposer d'informations sur la « méthanisation à la ferme », vous pouvez vous rapprocher des Relais Agri-Energie au sein des Chambres d'Agriculture départementales.**

- **Sylvie LEMAIRE**, Chambre d'Agriculture de Côte d'Or, 03.80.28.81.38., [sylvie.lemaire@cote-dor.chambagri.fr](mailto:sylvie.lemaire@cote-dor.chambagri.fr)
- **Etienne LALANNE**, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire, 03.85.29.56.20., [elalanne@sl.chambagri.fr](mailto:elalanne@sl.chambagri.fr)
- **Vivien VACHER**, Chambre d'Agriculture de la Nièvre, 03.86.93.40.59., [vivien.vacher@nievre.chambagri.fr](mailto:vivien.vacher@nievre.chambagri.fr)
- **Guylain DEGRYSE**, Chambre d'Agriculture de l'Yonne, 03.86.94.82.90., [g.degryse@yonne.chambagri.fr](mailto:g.degryse@yonne.chambagri.fr)

**Coordination : Françoise PIERSON**, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne

**Réalisation de la synthèse : Céline ZANELLA**, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne

La Chambre d'Agriculture de Bourgogne remercie les organismes suivants pour leur contribution dans cette étude:

► **Les organismes « sources »**: les Chambres d'Agriculture départementales, les Conseils Généraux des départements bourguignons ainsi que les observatoires des déchets de la Nièvre et de la Saône-et-Loire, la Chambre de l'Artisanat et du Commerce de Côte d'Or, les Chambres d'Industrie et du Commerce de Bourgogne, Alterre Bourgogne, les Inspections Académiques de Bourgogne.

► **Les organismes conseils ou points « infos »**: Ademe, Ajena, les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV), Solagro, Trame, Aile, ATEE (Association Technique Energie et Environnement), la Fédération Départementale des Coopératives Agricoles de Saône-et-Loire (FDCA 71), l'Union des Productions Végétales de l'Yonne (UPVY 89), la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE), ARIA Bourgogne et MT-ENERGIE Technologies Biogaz.

