



**HAL**  
open science

## Méthanisation de fumiers par un procédé voie sèche discontinue à percolation : importance de la recirculation du lixiviat dans la gestion des inhibitions liées aux AGV

Silvio Riggio, Michel Torrijos, Jean-Philippe Steyer, Renaud Escudié, Romain  
Debord, Giovanni Esposito

### ► To cite this version:

Silvio Riggio, Michel Torrijos, Jean-Philippe Steyer, Renaud Escudié, Romain Debord, et al.. Méthanisation de fumiers par un procédé voie sèche discontinue à percolation : importance de la recirculation du lixiviat dans la gestion des inhibitions liées aux AGV. Journées Recherche et Industrie Biogaz méthanisation, Association Technique Energie Environnement (ATEE). FRA., Feb 2016, Limoges, France. hal-01595038

**HAL Id: hal-01595038**

**<https://hal.science/hal-01595038>**

Submitted on 3 Jun 2020

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

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



# biogaz méthanisation

10-11-12 février 2016, Limoges



## *Résumés des interventions*

Journées organisées par



avec le concours de



## Table des matières

La valeur azote du digestat brut de méthanisation : Compte rendu des essais au champ sur cultures de céréale, maïs, colza et herbe – B. Decoopman.....	4
Techniques d'épandage des digestats solides – JC. Roux .....	5
Retour d'expérience de 4 ans dans l'épandage des digestats – B. Guérin .....	6
Le plan de maîtrise sanitaire dans une installation de méthanisation agricole –O. Deshayes.....	7
La réglementation européenne relative aux sous-produits animaux appliquée à la méthanisation : aspects sanitaires – A. Leboucher .....	9
Filières de valorisation des digestats : méthodologie d'aide à la conception – A. Mottet.....	10
Intérêt économique du post-traitement des digestats : Cas de la séparation de phase, du séchage, du compostage et de la filtration membranaire – S. Berger Ruiz.....	11
Evaluation des digestats de méthanisation pour une autorisation de mise sur le marché en France : Retour d'expérience sur les dossiers évalués. P. Mérigout et JR. Duménil.....	12
Caractérisation microbiologique d'un digestat dans un essai pilote : identification de points de blocage pour étudier les demandes d'homologation – JF. Lascourèges .....	13
Création d'une base de données spatialisée relative à la valorisation énergétique par méthanisation des résidus et coproduits organiques des agro-industries : Présentation du projet ValorMap – L. Badey.....	14
La codigestion, une nécessité pour le développement de la méthanisation de substrats et résidus agricoles en France ? A. Pauss.....	15
Présentation des résultats du programme CIBIOM : Optimisation de la ressource en biomasse issue de cultures intermédiaires intégrées dans des systèmes alimentaires – S. Marsac et G. Carayon .....	16
Optimisation du stockage des déchets agricoles avant méthanisation : Impact de l'ensilage et ses conditions opératoires sur le potentiel éthanogène des CIVES – R. Teixeira Franco.....	17
Évaluation d'un prétraitement fongique de biomasse lignocellulosique en vue de son intégration dans la filière de méthanisation, étude du cas de la paille de blé – P. Peu.....	18
Intérêt du recyclage de la soude dans le prétraitement de la paille de blé à méthaniser – C. Peyrelasse .....	19
Mise en œuvre de la méthode de tomographie électrique pour cartographier la répartition du liquide au sein d'un réacteur industriel de méthanisation en voie sèche – L. André .....	20
Combiner la mesure du pH et de la conductivité afin d'augmenter la précision et la robustesse de l'estimation en azote ammoniacal, acides gras volatils et carbone inorganique par titration : Réduire l'erreur d'estimation des paramètres clés du digesteur pour permettre un suivi plus fin – C. Charnier.....	21
Modélisation des écoulements liquides réactifs au sein d'un digesteur solide à percolation : Étude de l'influence des stratégies de recirculation sur l'accumulation des acides gras volatils – A. Shewani .....	22
Etude de l'inhibition de la méthanisation des vinasses de distillerie par leur concentration élevée en sels : Couplage de l'électrodialyse et de la digestion anaérobie afin d'étudier l'effet de la concentration ionique d'un effluent de distillerie sur la stabilité et les performances de réacteurs de méthanisation – R. Tozy.....	23

<b>Méthanisation de fumiers par un procédé voie sèche discontinue à percolation: importance de la recirculation du lixiviat dans la gestion des inhibitions liées aux AGV – S. Riggio .....</b>	<b>24</b>
<b>Retour d’expérience sur la conduite et l’optimisation d’une unité industrielle de méthanisation voie sèche continue d’OM et de déchets verts : Un exemple d’une collaboration réussie entre scientifiques et exploitants – X. Lefebvre .....</b>	<b>25</b>
<b>Standardisation du Biométhane et liens avec la métrologie des gaz complexes : risques et opportunités – P. Camacho et C. Germain.....</b>	<b>26</b>
<b>Développement d’un procédé innovant d’épuration du biogaz adapté aux petites unités (&lt;150 Nm<sup>3</sup>/h) : Evaluation de la technologie contacteurs à membranes pour l’épuration du biogaz – V. Fougerit .....</b>	<b>27</b>
<b>Epurateur de biogaz à la ferme, une solution énergétique d’avenir – D. Benizri .....</b>	<b>28</b>
<b>Systèmes ORC pour une valorisation accrue de la chaleur des unités de cogénération biogaz : Avec la PME française ENOGIA, le développement d’une gamme d’ORC (Organic Rankine Cycle) particulièrement adaptée à la méthanisation agricole, territoriale ou industrielle – P. Leduc.....</b>	<b>30</b>
<b>Retour d’expérience sur le programme régional d’appui au développement des unités de méthanisation en Aquitaine – M. Lalanne et V. Gelak.....</b>	<b>31</b>
<b>L’anticipation des risques contentieux par les opérateurs du biogaz – S. Gandet.....</b>	<b>32</b>
<b>Méthanisation et territoire : la concertation, une aide à la transition : Comment une nouvelle filière de valorisation de la biomasse ne peut se développer qu’en adéquation avec de multiples usagers du territoire : agriculteurs, collectivités, riverains, entrepreneurs, artisans, associations environnementales – C. Delatte.....</b>	<b>33</b>
<b>L’acceptabilité de l’innovation sur les territoires : focus sur la méthanisation – H. Flanquart .....</b>	<b>34</b>
<b>Mobilisation de France Nature Environnement dans le cadre du développement de la filière méthanisation – C. Dorioz .....</b>	<b>35</b>

## La valeur azote du digestat brut de méthanisation : Compte rendu des essais au champ sur cultures de céréale, maïs, colza et herbe – B. Decoopman

*B Decoopman, Chambre Régionale Agriculture de Bretagne - A Airiaud Chambre Régionale D'Agriculture Pays Loire - L Lejars, Chambre Régionale d'Agriculture du Centre*

### **Résumé :**

Les Chambres d'Agriculture de Bretagne, Pays de Loire et Centre avec la collaboration du LDAR et avec l'aide de l'ADEME, ont mis en place depuis 2011 des essais qui visent à connaître précisément la valeur azote des digestats brut de méthanisation.

Ils ont depuis cette date et avec le même protocole (décrit dans le Casdar PRO) réalisés près de 30 essais au champ sur des cultures de céréales principalement, mais aussi de maïs, colza et herbe et calculé pour chacun de ces essais, des CAU (Coefficient Apparent d'Utilisation) et Keq. (Coefficient équivalent engrais minéral) deux indicateurs indispensables au raisonnement de la fertilisation (cf : COMIFER).

Ces essais ont utilisé du digestat agricole issu de méthanisation humide avec des intrants principalement de lisiers de porc et autres co-substrats comme des CIVE et déchets d'IAA. Sur une parcelle en prairie, deux années de suite, du digestat provenant de la digestion de déchets d'une ferme bovine a été épandu.

Le digestat a généralement été apporté au pendillard mais sur certains sites, il a été apporté à l'injection (maïs, prairie) avec ou sans travail du sol immédiat (colza semis d'été) et aussi avec un fractionnement sur maïs en deux dates d'apport : au semis et en végétation.

Il a souvent été comparé à un autre PRO connu (lisier de porc ou bovin) ce qui permet d'avoir dans certains cas une approche en relatif avec un produit connu.

Durant la présentation, nous rappellerons, dans un premier temps, les bases agronomiques de ces indicateurs de l'efficience de l'azote mais aussi du protocole expérimental lié, puis dans un deuxième temps nous exposerons les résultats de ces essais.

Dans un troisième temps nous aborderons le bilan de l'azote et l'effet des modes d'apport sur ce bilan et sur les paramètres agronomiques.

La synthèse générale de tous ces essais au champ VADIMETHAN, VADIM, bretons et autres, est prévue durant l'hiver 2016 dans le cadre du COMIFER. Nous aborderons les éléments de cette synthèse en fonction de l'état d'avancement du traitement des données.

## Techniques d'épandage des digestats solides – J.C. Roux

*J-C.Roux, Irstea Montoldre*

### **Résumé :**

Une bonne valorisation des digestats solides par épandage est étroitement liée au devenir du produit épandu et aux pertes dues aux émissions potentielles.

Néanmoins, la première étape, pour une bonne valorisation des digestats, passe par l'apport de la juste dose au juste endroit dans la parcelle. Cet objectif ne peut être garanti que par une évaluation de la qualité de l'épandage au travers de la précision et de la régularité de répartition du produit au sol. Afin de réaliser cette évaluation, Irstea a développé une méthode de terrain novatrice, permettant d'évaluer les équipements dédiés à l'épandage des digestats issus des post-traitements au plus proche de leur lieu de production.

Aujourd'hui, l'objectif de juste dose au juste endroit ne peut être atteint sans l'utilisation d'un ensemble d'équipements de maîtrise de dose sur les épandeurs (pesée totale de la charge, volet peseur, tablier accompagnateur, DPA - Débit proportionnel à l'avancement). Ces équipements permettent d'optimiser l'apport des digestats en évitant les phénomènes de sur et de sous-dosage. Cette optimisation de l'apport en éléments fertilisants favorise ainsi la culture en jouant sur le bilan économique, environnemental et sociétale de l'épandage.

## Retour d'expérience de 4 ans dans l'épandage des digestats – B. Guérin

*B. Guérin, SAS Clottes Biogaz*

### **Résumé :**

Le retour au sol des digestats ne doit pas être sous-estimé dans l'étude d'un projet de méthanisation :

Plusieurs techniques sont disponibles :

- Tonne à lisier
- Epandage sans tonne
- Réduction des volumes par différentes techniques

Plusieurs paramètres essentiels sont à prendre en compte :

- Le coût du traitement du digestat et son retour au sol
- Le stockage
- L'accessibilité aux parcelles : saisons, météo, cultures en places, besoins des plantes...

Après 3 ans d'utilisation de la technique du tonneau à lisier, Clottes Biogaz a développé avec succès la technique de l'épandage ombilical.

Il reste à affiner les plans de fertilisation, les techniques de préservation de l'azote, pour valoriser au maximum les éléments disponibles dans le digestat et tendre vers l'autonomie en fertilisants.

## Le plan de maîtrise sanitaire dans une installation de méthanisation agricole –O. Deshayes O. Deshayes, société Ter'biogaz

### **Résumé :**

L'obtention de l'agrément sanitaire sur les unités de méthanisation agricoles nécessite la mise en place d'un plan de maîtrise sanitaire avec des procédures fondées sur le principe de l'HACCP. Ce plan de maîtrise comprend une première étape d'analyse des dangers sur son site.

Sur les unités agricoles recevant des déjections animales de plusieurs exploitations, l'identification des dangers passe par la surveillance de l'état sanitaire des troupeaux et des échanges réguliers entre les exploitations fournisseurs de matières et l'exploitant de l'unité de méthanisation.

L'unité Ter'biogaz reçoit également des déchets provenant d'industries agro-alimentaires. Lorsqu'un industriel propose une matière, il est primordial de bien identifier le danger lié à ce déchet, en demandant une analyse, en questionnant sur le processus de fabrication, pourquoi le déchet est produit à ce niveau de la chaîne de fabrication, où ce déchet était traité avant... Cette étape passe éventuellement par une visite du site de fabrication, qui peut se faire accompagner de l'inspecteur de la DDPP de son département, afin de bien se mettre d'accord sur la catégorie du produit et son éventuelle absence de danger ou non.

Cette étape d'identification des dangers faite, l'exploitant évalue le risque (quelle fréquence d'apparition, quelle gravité) en lien avec l'usage du digestat qui sera fait. La préconisation majeure que nous utilisons : un doute = refus du produit !

Enfin, des actions concrètes sont mises en place sur l'unité pour maîtriser le risque, qui sont des mesures de bon sens et avant tout des moyens d'assurer un fonctionnement optimal de son unité, primordial pour l'équilibre économique des unités !

Ces mesures comprennent des procédures de nettoyage pour maintenir un site toujours propre, le non-mélange des matières avant son incorporation, le suivi du bon fonctionnement de la biologie de son digesteur...

Toutes ces actions, ainsi que le devenir du digestat sont enregistrés et conservés sur l'unité Ter'biogaz dans un registre qui assure la traçabilité. Face à toutes ces procédures, les échanges au sein de l'AAMF ont été nombreux.

L'association travaille à la mise en place d'une charte qualité qui reprend une grande partie des procédures nécessaires à l'agrément sanitaire. Des formations sont également proposées aux adhérents pour prendre en main le sujet.

Malgré tout cela, si dans certains départements les relations avec l'administration se passent bien, dans d'autres cas la mise en place et l'obtention de l'agrément sanitaire se fait dans la douleur, car certaines demandes et observations de non-conformité ne sont pas faisables ou mettent en péril l'équilibre économique déjà fragile des unités.



## Impact de la digestion anaérobie sur les pathogènes : revue bibliographique - AM.

Pourcher et C. Druilhe

A.M. Pourcher, C. Druilhe – IRSTEA Rennes

### **Résumé :**

La digestion anaérobie est conduite essentiellement dans deux gammes de températures : mésophile (34-38°C) et thermophile (50-56°C). Il existe peu d'informations sur l'inactivation des micro-organismes entériques au cours de la digestion anaérobie. Celles-ci concernent majoritairement les indicateurs de traitements (coliformes fécaux, E. coli). L'inactivation des bactéries est fortement dépendante du couple durée-température. La digestion anaérobie mésophile conduit à une réduction en général peu marquée des indicateurs de traitement. L'abattement moyen obtenu sur les coliformes totaux et fécaux et sur E. coli est de l'ordre de 2,4 log<sub>10</sub> pour des temps de séjour compris entre 15 et 60 jours. Les réductions les plus élevées (5 log<sub>10</sub>) ont été obtenues pour des temps de séjour longs (entre 30 et 60 jours). Les abattements observés pour les entérovirus, les Salmonella et L. monocytogenes ( $\leq 3,7$  log<sub>10</sub>) sont comparables à ceux observés pour les coliformes. En raison de leurs formes de résistance, Clostridium perfringens et les parasites ne sont pas affectés par la digestion anaérobie mésophile. Dans des conditions thermophiles, pour des temps de séjour relativement courts (entre 4 et 20 jours), l'abattement des coliformes fécaux est toujours supérieur à 3,5 log<sub>10</sub> et peut dépasser 7 log<sub>10</sub>. L'abattement est également plus élevé en conditions thermophiles pour les entérovirus ( $>3$  log<sub>10</sub>).

Bien que les valeurs d'abattement fluctuent entre les études, il ressort des données de la bibliographie (i) que la digestion anaérobie mésophile a peu d'impact sur les indicateurs de traitement et ne permet pas d'éliminer les pathogènes et (ii) que la digestion thermophile bien que plus efficace que la digestion anaérobie mésophile sur les virus et les formes végétatives des bactéries pathogènes, n'élimine pas ou peu les spores bactériennes et les kystes des parasites.

## La réglementation européenne relative aux sous-produits animaux appliquée à la méthanisation : aspects sanitaires – A. Leboucher

A. Leboucher, DDPP du Morbihan

### **Résumé :**

Les sous-produits animaux définis et classés par catégorie (C1, C2 ou C3) par la réglementation européenne peuvent faire depuis 2008 l'objet de valorisation en production de biogaz, dès lors que le danger sanitaire porté par ces matières crues est estimé sans risque ou à risque faible pour la chaîne alimentaire. L'usage du digestat en tant que fertilisant est donc considéré comme sûr sur un plan santé animale dès lors que les règles fixées sont respectées par les exploitants. Le traitement imposé vise à limiter voire supprimer le risque de persistance voire de développement d'agent pathogène ou de contaminant, vecteur de maladie ou de pollution pour les animaux ou l'homme.

Le principe de la production de biogaz à partir de sous-produits animaux définit dans le cas général que les matières autorisées à une telle valorisation soient soumises à l'amont de la digestion anaérobie à une pasteurisation sur l'installation de production. Des dérogations existent à ce principe dès lors que la situation sanitaire est considérée comme à risque limité. Le cas des déjections des animaux d'élevage (lisier) porteurs de tuberculose ou de maladies spécifiques aux animaux voire issu d'animaux ayant contracté le botulisme illustre la nécessité de procéder à la transformation complète de ce sous-produit animal dès lors qu'il est destiné à un retour au sol ou à un usage comme engrais.

La réglementation sanitaire relative aux sous-produits animaux permet une valorisation des matières sans risque pour la santé publique vétérinaire dans un cadre contraint mais nécessaire à la préservation de l'élevage et à la sécurité de la chaîne alimentaire.

## Filières de valorisation des digestats : méthodologie d'aide à la conception – A. Mottet

A.Mottet<sup>1, 2, 3</sup>, S. Pommier<sup>1, 2, 3</sup>, M. Bounouba<sup>1, 2, 3</sup>, X. Lefevbre<sup>1, 2, 3</sup>, M. Spérandio<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Université de Toulouse, INSA, UPS, INP, LISBP

<sup>2</sup> INRA, Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés, UMR792

<sup>3</sup> CNRS, UMR5504

### **Résumé :**

L'utilisation des digestats en tant que fertilisants peut être une alternative durable aux fertilisants synthétiques grâce à leur intérêt agronomique en terme d'azote, de phosphore, de potassium et de microéléments. Cependant, la valorisation des digestats en fertilisants pour l'agriculture nécessite une transformation qui permette de produire des composés adaptés aux besoins nutritionnelles des cultures, des propriétés des sols et des pratiques agricoles de fertilisation.

Le but du travail est de proposer une méthodologie pour la conception de filières de valorisation des digestats sous forme de fertilisants compétitifs afin d'assurer le développement d'une unité de transformation efficace sur le plan technique, économique et environnemental.

La méthodologie se base sur trois étapes :

1. Le fractionnement et la caractérisation fine de la répartition de la matière organique et des nutriments au sein des digestats afin d'identifier et de quantifier l'état physique et chimique (dissous, facilement libérables, précipités) des composés ioniques associés à la matière,
2. La caractérisation de procédés unitaires pour la récupération d'éléments nutritifs : la séparation de phase (matière organique associée à des nutriments), la cristallisation (complexes minéraux), le stripage (solution minérale azotée), les procédés membranaires (eau de haute qualité),
3. La modélisation de filières de valorisation de digestats à partir du logiciel SUMO basée sur une approche numérique qui utilise les variables clefs de la caractérisation et les modèles dynamiques des procédés unitaires. Les contraintes en sortie telles que les caractéristiques des fertilisants désirés pourront être utilisées pour optimiser la configuration et les conditions opératoires de la filière.

La méthodologie développée permettra également de répondre à une adaptation locale de l'utilisation de la méthanisation et de la valorisation de ces digestats. Ainsi, il sera possible de moduler la filière de transformation afin de créer des bassins de valorisation des substrats disponibles sur le territoire et de produire des fertilisants répondants aux attentes locales.

## Intérêt économique du post-traitement des digestats : Cas de la séparation de phase, du séchage, du compostage et de la filtration membranaire – S. Berger Ruiz

*S. Berger-Ruiz, Solagro - C. Couturier, Solagro*

### **Résumé :**

Quel est l'intérêt économique d'un post-traitement par rapport à l'épandage d'un digestat brut ? Des réponses à cette question ont été données dans le cadre du programme de R&D ANR DIVA pour des post-traitements par séparation de phase, séchage, compostage et filtration membranaire de plusieurs typologies de digestat.

Si l'épandage du digestat brut en l'état est la solution la moins onéreuse dans toutes les situations en absence de contrainte particulière, le post-traitement du digestat brut peut se justifier dès lors qu'il devient nécessaire d'exporter les nutriments contenus dans celui-ci, dans un contexte d'excédent en azote ou en phosphore, ou de contraintes techniques sur l'épandage (pentes, habitations, cours d'eau, etc.) qui augmenteraient les besoins en surface d'épandage. Ces différentes contraintes ont été traduites par une augmentation des distances de transport permettant de disposer des surfaces d'épandage adéquates. Ces distances varient de 10 km pour des post-traitements simples (séparation de phase) à plus de 350 kms pour les plus procédés nécessitant de forts CAPEX et/ou OPEX (séchage thermique haute température).

Dans une logique de valorisation des digestats sur un marché des fertilisants d'origine organique, la valeur marchande de ces digestats est basée d'une part sur la valeur NPK et la valeur amendante liée à la teneur en matière organique résiduelle stable.

On constate que la valeur marchande des produits ne couvre pas toujours les coûts de post-traitement pour la séparation de phase et le séchage, et généralement pas pour le compostage. Toutefois, dans nos travaux, les coûts environnementaux (diminution des externalités négatives : émissions de gaz à effet de serre, eutrophisation) et certains coûts liés au contexte des projets (intérêt logistique, contraintes techniques fortes sur certains type de digestat) n'ont pas été pris en compte.

## Evaluation des digestats de méthanisation pour une autorisation de mise sur le marché en France : Retour d'expérience sur les dossiers évalués. P. Méricout et JR. Duménil

P. Méricout, Anses - J.R. Duménil, Anses

### **Résumé :**

Les principes de la mise sur le marché des matières fertilisantes, des adjuvants pour matières fertilisantes et des supports de culture (MFSC) sont définis dans le chapitre V du titre V du livre II du code rural et de la pêche maritime (articles L. 255-1 et suivants et R.255-1 et suivants).

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a notamment pour missions l'évaluation mais aussi, depuis le 1<sup>er</sup> août 2015, la délivrance des décisions relatives aux autorisations de mise sur le marché (AMM) des MFSC.

### **1. Les procédures d'instruction et d'évaluation des demandes d'AMM**

Les MFSC et leurs adjuvants peuvent être mis sur le marché sans autorisation préalable s'ils respectent les conditions listées à l'article L. 255-3 du code rural et de la pêche maritime et en particulier, s'ils sont conformes à une norme rendue d'application obligatoire ou à un règlement de l'Union européenne n'imposant pas d'autorisation préalable à leur mise sur le marché.

Pour un produit nécessitant une AMM préalable, l'évaluation des demandes d'AMM des MFSC repose sur une expertise collective (unités d'évaluation de la DEPR et experts du Comité d'Experts Spécialisé - CES - dédié aux MFSC) du dossier déposé à l'Anses par le demandeur. Cette expertise est fondée sur les dispositions du code rural et de la pêche maritime<sup>1</sup> et sur les recommandations proposées dans la « Note d'information aux pétitionnaires concernant l'homologation des MFSC<sup>2</sup> ». Elle donne lieu à un document de synthèse reprenant les conclusions de l'évaluation qui indique si la matière fertilisante présente des effets nocifs sur la santé humaine, la santé animale et sur l'environnement et si celle-ci est efficace au regard des effets revendiqués dans les conditions d'emploi prescrites.

Les données prises en considération sont celles soumises par le demandeur et jugées valides par la DEPR, ainsi que l'ensemble des éléments dont la DEPR a eu connaissance. Les conclusions relatives à la conformité des éléments présentés se réfèrent aux critères définis dans le « Guide pour la constitution des dossiers de demande d'homologation Matières fertilisantes - Supports de culture » (formulaire cerfa n° 50644#01), sous réserve de l'utilisation des MFSC dans le respect des bonnes pratiques agricoles.

### **2. Le cas particulier des digestats de méthanisation**

Le développement de la méthanisation en France représente un enjeu majeur aussi bien pour les agriculteurs et les industriels que pour les pouvoirs publics. Aussi, depuis 2013, la DEPR est sollicitée pour évaluer de nouvelles matières fertilisantes organiques résiduelles telles que les digestats de méthanisation afin de permettre leur valorisation en tant que produits fertilisants et/ou amendants. Par ailleurs, l'Agence est directement impliquée dans le déploiement de ces actions, non seulement par le rôle de la DEPR d'évaluation des demandes d'AMM, mais aussi par ses missions d'expertise et d'appui scientifique et technique nécessaires à la mise en œuvre des mesures de gestion des risques et à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires.

<sup>1</sup> Les principes de la mise sur le marché des matières fertilisantes, des adjuvants pour matières fertilisantes et des supports de culture sont définis dans le chapitre V du titre V du livre II du code rural et de la pêche maritime.

<sup>2</sup> Note d'information aux pétitionnaires concernant l'homologation des matières fertilisantes et supports de culture (MFSC) : Etat des exigences scientifiques - 1 août 2013.

## Caractérisation microbiologique d'un digestat dans un essai pilote : identification de points de blocage pour étudier les demandes d'homologation – JF. Lascourèges

JF. Lascourèges, APESA - C. Lagnet, APESA - M.Cordelier, APESA - P.Pouech, APESA

### **Résumé :**

L'une des voies de valorisation d'un digestat issu d'une unité de méthanisation est son utilisation comme matière fertilisante et support de culture. Parmi les nombreux critères évalués pour une autorisation de mise sur le marché ceux liés à la microbiologie sont les plus difficiles à respecter.

Lors d'un essai pilote conduit sur 6 mois avec 3 phases différentes d'alimentation, nous avons voulu suivre pour du digestat brut l'évolution de paramètres microbiologiques recommandés par l'ANSES et identifier des biais possibles et des points de blocage. Des analyses ont été réalisées sur l'inoculum de départ, les mélanges d'alimentation et les digestats en cours et fin de chaque phase. Ponctuellement les échantillons ont été envoyés à deux laboratoires utilisant des méthodologies différentes.

Des analyses en triplica sur l'inoculum de départ ont montré une bonne répétabilité et peu de différences entre les deux laboratoires. Sur l'ensemble des analyses, la forte charge bactérienne ne permet pas d'obtenir des dénombrements de staphylocoques pouvant être exploitables. On a observé sur des échantillons ponctuels un abattement d'1 à 2 log<sub>10</sub> pour les entérocoques, *E. Coli* et *Clostridium* cependant en fonction du laboratoire certains résultats apparaissaient au-dessus ou en-dessous des seuils d'acceptabilité

*Salmonella*, *Listeria*, levures et moisissures amenées dans certains mélanges d'alimentation ont été abattues à chaque fin de phase. Les œufs de nématodes ont persisté dans les digestats contrairement aux larves.

En conclusion il semble impératif de trouver une méthodologie efficace pour le dénombrement des staphylocoques dans les digestats bruts. Même pour un suivi d'essai pilote il conviendrait de multiplier le nombre de répliques pour diminuer l'incertitude des dénombrements d'entérocoques, *E. Coli* et *Clostridium*.

## Création d'une base de données spatialisée relative à la valorisation énergétique par méthanisation des résidus et coproduits organiques des agro-industries : Présentation du projet ValorMap – L. Badey

*L. Badey, ITERG - P Levasseur, IFIP - M Barthelemy, AGRIA Lorraine - Y Deloche, CRITT IAA PACA - S Prasse, CTP - F Jolibert, UNGDA - S Penavayre, IFV - J Thebault, 3S'inPACK - T Bioteau, IRSTEA - M Torrijos, INRA-LBE*

### **Résumé :**

Le projet ValorMap a débuté fin 2014 pour une durée de 3 ans et demi (le projet sera à la moitié de son parcours en février 2016). Il a pour objet de créer une base de données spatialisée relative à la valorisation énergétique par méthanisation des résidus et coproduits organiques des agro-industries.

L'objectif du projet est de capitaliser l'ensemble des travaux antérieurs en méthanisation des partenaires et de mener des investigations supplémentaires afin d'identifier l'ensemble des résidus et coproduits des agro-industries pouvant être mobilisés en méthanisation ainsi que leurs caractéristiques (composition physico-chimique, ratio de production, voie de valorisation actuelle, etc.). La base de données créée proposera une cartographie des gisements disponibles et de leur potentiel méthanogène. Celle-ci sera mise à disposition des agro-industries et des principaux acteurs de la filière méthanisation. Elle permettra de faciliter la mobilisation de substrats organiques par des installations de méthanisation sur le territoire français. Ce projet devra également permettre aux agro-industriels de disposer des éléments nécessaires pour envisager une valorisation en méthanisation, et pour comparer cette solution avec les voies de valorisation actuelles.

Ce projet rassemble :

- des Instituts Techniques couvrant plusieurs filières agro-industrielles,
- des Centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie couvrant plusieurs régions (Provence Alpes-Côte-d'Azur, Lorraine, Auvergne),
- des centres de recherche publique (le LBE de l'INRA de Narbonne et l'IRSTEA de Rennes).

Les Instituts Techniques et les Centres régionaux, par leur connaissance du secteur agro-industriel et des caractéristiques des résidus et coproduits générés, seront à même d'identifier les gisements potentiellement méthanisables. Le LBE de l'INRA évaluera les performances en méthanisation des résidus et coproduits identifiés. Enfin, l'IRSTEA capitalisera l'ensemble de ces résultats dans une base de données spatialisée.

Le projet ValorMap est une initiative du RMT ACTIA Ecoval et est co-financé par l'ADEME.

## La codigestion, une nécessité pour le développement de la méthanisation de substrats et résidus agricoles en France ? A. Pauss

*D.Bassard, Université de Technologie de Compiègne/ Institut Polytechnique LaSalle Beauvais - A.Pauss, Université de Technologie de Compiègne – T.Ribeiro, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais*

### **Résumé :**

Lorsque la digestion d'au moins deux substrats est opérée simultanément, on parle alors de codigestion anaérobie (CoDA). La principale problématique de la codigestion réside dans l'équilibre du ratio C/N, mais également dans plusieurs autres paramètres du mélange de cosubstrats comme les macro/micronutriments, le pH, les composés inhibiteurs/toxiques, la matière organique et sèche [1]. La formulation des mélanges de substrats en CoDA doit permettre la dilution des inconvénients constitutifs des substrats et de cumuler leurs points forts afin de constituer une synergie méthanogène [2]. Il a été relevé que sur 200 articles publiés entre 1995 et 2009 sur la CoDA, 40% avait été produit entre 2008 et 2009 [2].

En Europe, les centrales méthanogènes à vocation énergétique (CMVE) représentent près de 60% de la production de biogaz ce qui en fait la principale filière de production devant les centres de stockage des déchets solides (31%) et les STEP (12%). La production allemande de biogaz (50% de la production européenne) est majoritairement orientée vers la CoDA agricole (environ 80% des CMVE), essentiellement centralisée, de cultures dites énergétiques (principalement le maïs). La CoDA agricole concerne environ 5400 unités sur les 7200 unités de méthanisation que comptait l'Allemagne en 2011 [3]. En France, la production totale de biogaz représentait environ 350 ktep en 2011, dont seulement 17% pour les CMVE.

Les principaux substrats digérés par DA/CoDA sont les lisiers/fumiers issus des activités d'élevages et les substrats issus de l'agro-industrie (IAA), soit respectivement environ 60% et 30% des substrats traités par les CMVE françaises [4].

Pour atteindre l'objectif des 1500 méthaniseurs à l'horizon 2017 en France, il apparaît que la CoDA est une nécessité dans le domaine du traitement des substrats et résidus agricoles. Dans cette optique seront présentées des stratégies de mélanges de résidus d'IAA pour la codigestion.

[1] Hartmann, H. et B. K. Ahring. 2013. *Water Science and Technology*. 53(8), 7–22.

[2] Mata-Alvarez, J., S. Macé et S. Astals. 2009. *International Workshop on Anaerobic Digestion: An old story for today and tomorrow*, LBE, Narbonne, 83–89.

[3] Murphy, J., R. Braun, P. Weiland et A. Wellinger. 2011. *IEA Bioenergy*.

[4] Ernst & Young. 2010. *Rapport technique no0706C0053*. ADEME et GrDF.



## Présentation des résultats du programme CIBIOM : Optimisation de la ressource en biomasse issue de cultures intermédiaires intégrées dans des systèmes alimentaires – S. Marsac et G. Carayon

S. Marsac, ARVALIS – Institut du végétal – F. Couloumies, ARVALIS – Institut du végétal  
A. Besnard, ARVALIS – Institut du végétal – C. Hannon, ARVALIS – Institut du végétal  
C. Sausse, CETIOM – C. Laboubée, SOLAGRO – G. Carayon, Solagro

### **Résumé :**

L'introduction de cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) dans les systèmes de culture constitue une alternative durable à l'utilisation de cultures énergétiques dédiées.

L'objectif du programme CIBIOM était de vérifier la faisabilité et les performances de ces systèmes de culture innovants.

La production de CIVE a été testée dans deux contextes pédoclimatiques différents (Picardie, Midi-Pyrénées). Durant trois années (2011 – 2013), une succession de cultures témoin de la région a été comparée à une séquence incluant des CIVE d'hiver (triticale/vesce, colza) ou des CIVE d'été (sorgho, ray-grass, orge). Les essais ont été menés en bandes de culture et en grandes parcelles.

Les rendements (tMS/ha), les paramètres environnementaux et les caractéristiques qualitatives de chaque culture de la rotation ont été mesurés. Une analyse multicritère a été réalisée (bilan azoté, coûts de production, prix d'intérêt, bilan GES et énergétique) pour l'ensemble des séquences de culture. Des modélisations technico-économiques de l'introduction de CIVE dans le plan d'approvisionnement de différentes typologies d'unités de méthanisation ont été également simulées.

Les rendements moyens observés au cours de ces essais varient de 6 à 8 tMS/ha pour les CIVE d'hiver (sites Nord et Sud), et les CIVE d'été (site Sud). Les CIVE d'été du site Nord ont en revanche été implantées trop tardivement (août/septembre) pour atteindre des rendements justifiant une récolte. Des ajustements des pratiques ont été nécessaires tout au long des essais pour adapter au mieux l'itinéraire technique (intrants, travail du sol). Les analyses multicritères ont montré que ce système de double culture permet d'améliorer le bilan énergétique et environnemental de la succession. La compétitivité des CIVE demande toutefois à être améliorée pour les projets méthanisation, même si elles participent à réduire la problématique de saisonnalité des effluents agricoles.

## Optimisation du stockage des déchets agricoles avant méthanisation : Impact de l'ensilage et ses conditions opératoires sur le potentiel éthanogène des CIVES – R. Teixeira Franco

R. Franco, LGCIE-DEEP, INSA Lyon - R. Bayard, LGCIE-DEEP, INSA Lyon - P. Buffière, LGCIE-DEEP, INSA Lyon

### **Résumé :**

En raison de la croissance continue de la méthanisation au cours des dernières années, l'efficacité énergétique des installations de biogaz est un enjeu pour l'avenir, comme pour tous les autres acteurs du secteur de l'énergie. Pour la production de biogaz, cette optimisation ne devra pas seulement se concentrer sur le procédé de méthanisation, mais aussi les systèmes en aval et en amont, à savoir la production de biomasse et l'utilisation finale du biogaz.

Le stockage de la biomasse avant méthanisation est une opération qui peut être potentiellement optimisée. Aujourd'hui, la diversification des sources de méthanisation est assez large, étant donné que l'énergie peut être récupérée à partir de presque tous les types de déchets organiques, des fourrages ou des cultures intermédiaires/énergétiques. Autrement, malgré la nécessité d'une alimentation continue des installations de biogaz pendant toute l'année, certains de ces déchets agricoles/industriels ou cultures sont produites de façon saisonnière, conduisant à des besoins de stockage, dans certains cas, de longues durées.

Dans ce travail, différentes conditions de stockage ont été étudiés pendant 6 mois pour des CIVES prévus d'être utilisés dans un méthaniseur agricole. Les essais ont été faits à l'échelle du laboratoire et le suivi a été effectuée par l'analyse du gaz produit et l'évolution de la biomasse (potentiel méthanogène, composition biochimique, etc.) au cours du temps.

Des conditions essentiellement anaérobies (ensilage) et aérobies ont été étudiés. Dans le cas de l'ensilage, des différentes densités et teneurs en matière sèche de la biomasse ont été également testés.

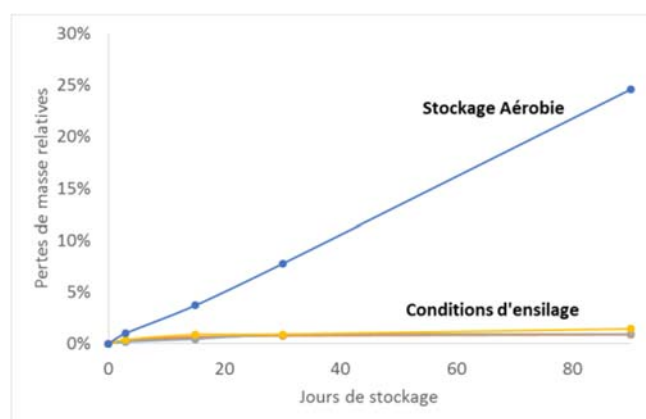


Fig. 1 - Pertes de masse relatives au cours du temps

Les résultats montrent un avantage majeur dans l'utilisation de l'ensilage à la place du stockage aérobie à partir de 3 jours de conditionnement. Un effet de l'humidité de la biomasse sur l'évolution du stockage et de son potentiel de méthanogène est également signalé.

## Évaluation d'un prétraitement fongique de biomasse lignocellulosique en vue de son intégration dans la filière de méthanisation, étude du cas de la paille de blé – P. Peu

*Peu P, Irstea, UR GERE - Coccagn A, Laboratoire Universitaire Biodiversité et Ecologie Microbienne (LUBEM) - Buffet J, Irstea, UR GERE - Daumoin M, Irstea, UR GERE - Vasseur V, Laboratoire Universitaire Biodiversité et Ecologie Microbienne (LUBEM)*

### **Résumé :**

Le procédé de méthanisation à la ferme permet de produire de l'énergie renouvelable tout en mobilisant des déchets issus des exploitations agricoles. Bien qu'ils soient produits en grande quantité, les résidus de culture sont peu exploités car ils sont difficilement biodégradables en raison de leur composition lignocellulosique.

Il peut être cependant possible d'améliorer leur biodégradabilité par une approche biologique en utilisant la capacité lignolytique de certains micro-organismes.

A partir de la littérature, une dizaine de souches fongiques à fort potentiel lignolytique ont été retenues. Les souches ont ensuite été criblées sur trois principaux critères (i) leur croissance sur deux substrats naturels (paille de blé et de colza) ; (ii) leurs activités lignolytiques (laccase, lignine peroxydase et manganèse peroxydase) et (iii) leur potentiel à dégrader spécifiquement la lignine (analyse infra-rouge de la paille).

Au terme de ce travail un basidiomycète, *Pleurotus ostreatus*, a été sélectionné. Considérant cette souche, l'optimisation de sa production d'enzymes lignolytiques a été menée en faisant varier différents paramètres culturels.

Les conditions optimales de production ayant été définies, la souche de *P. ostreatus* a été retenue pour tester son pouvoir lignolytique sur de la paille de blé et cette dernière, après prétraitement, a été utilisée pour évaluer sa biodégradabilité anaérobie en pilote de méthanisation par voie solide (« sèche »).

Des prétraitements plus ou moins longs de paille ont été réalisés avant de placer celle-ci en pilote de méthanisation. Les paramètres physico-chimiques ont été suivis ainsi que la production de méthane. Ces essais mettent en évidence qu'en fonction du temps de contact entre le champignon et la paille (i) les caractéristiques de la paille se trouvent modifiées, (ii) le champignon dégrade à la fois les compartiments biochimiques d'intérêt ainsi que la lignine et (iii) la vitesse de production de méthane se trouve améliorée pour certains essais.

## Intérêt du recyclage de la soude dans le prétraitement de la paille de blé à méthaniser – C. Peyrelasse

C. Peyrelasse, APESA - P. Pouech, APESA - C. Lagnet, APESA

### **Résumé :**

Le prétraitement thermo-alkalin permet une augmentation du potentiel méthane des substrats lignocellulosique et une réduction des cinétiques de production de biogaz (Nordmann, 2013 ; Monlau, 2012). Malgré ces avantages, le bilan économique n'est pas toujours favorable au prétraitement. L'APESA a testé différents protocoles pour prétraiter une paille de blé présentant un potentiel méthane de qualité moyenne (258 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tMO).

- paille broyée à 0,75 mm ; 0,1 gNaOH/gPB ; 90°C pendant 1h,
- paille brute; 0,17 gNaOH/gPB ; 90°C pendant 1h ; recyclage de la solution de soude pendant 4 cycles avec appoint de 20% V de soude neuve à chaque cycle.

La pré étude économique montre que seul le prétraitement avec un recyclage de la soude présente un bilan positif de 35€/t MO contre -9€/tMO pour le protocole sans recyclage. Le bilan économique apparait négatif pour la paille broyée du fait d'une augmentation relativement faible du potentiel méthane après prétraitement : + 31%.

D'autres auteurs mesurent des augmentations de 67 à 91% pour des conditions de prétraitement proches (Sambusiti, 2013 ; Nordmann, 2013). Ces différences pourraient être imputables à la biodégradabilité anaérobie des substrats non prétraités. La paille utilisée par l'APESA présente un potentiel méthane supérieur aux pailles utilisées par (Sambusiti, 2013) et (Nordmann, 2013) avec des potentiels méthane de 204 et 193 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/tMO respectivement.

Pour les substrats qui ont un potentiel méthane de départ plus élevé, le bilan économique du prétraitement peut être amélioré en recyclant la soude. Après 4 cycles de recyclage, ce potentiel est supérieur de 26% à celui de la paille non prétraitée contre 41% lorsque de la soude neuve est utilisée.

En revanche, ces 4 cycles de recyclage suppriment un avantage important du prétraitement à savoir une amélioration de 40 à 48% de la cinétique de dégradation anaérobie.

## Mise en œuvre de la méthode de tomographie électrique pour cartographier la répartition du liquide au sein d'un réacteur industriel de méthanisation en voie sèche – L. André

*L. André, Université de Technologie de Compiègne/ Institut Polytechnique LaSalle Beauvais - E.Lamy, Université de Technologie de Compiègne - P.Lutz, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais - M.Pernier, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais - O.Lespinard, ERigène SA. A.Pauss, Université de Technologie de Compiègne - T.Ribeiro, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais*

### **Résumé :**

La méthanisation en voie sèche implique la recirculation d'une phase liquide sur une phase solide, permettant de répartir au sein du massif les microorganismes, l'eau, la chaleur et les nutriments entraînant une augmentation de la quantité de biogaz produite. Différents outils permettent de quantifier la répartition de l'eau tels que des sondes TDR ou capacitives [1], toutefois ces méthodes ne donnent accès qu'à une mesure locale.

La tomographie électrique est une méthode non intrusive utilisée en géophysique, permettant la détection et la quantification du contenu en eau dans des massifs de sites d'enfouissement [2-4], mise en œuvre habituellement sur de grandes distances.

L'adaptation et la validation de cette technique sur un méthaniseur de 30 m<sup>3</sup> en voie sèche a été effectuée. Deux protocoles différents de mesure ont été appliqués (pôle-dipôle et gradient). Les données de résistivité mesurées ont été modélisées avec le logiciel Res2DInv afin d'obtenir des cartographies construites à partir des résistivités apparentes. Un échantillonnage le long des profils obtenus a été réalisé pour corrélérer des analyses physico-chimiques et les données de résistivités.

Des relations ont été établies entre la teneur en eau et les valeurs de résistivités ainsi qu'avec les potentiels méthanogènes et le contenu en fibre, permettant de visualiser la répartition en liquide, les zones dégradées et les zones de fort potentiel méthane.

La méthode adaptée de tomographie électrique est donc pertinente et fonctionnelle pour suivre et optimiser les procédés de méthanisation en voie sèche à l'échelle industrielle.

[1] Imhoff et al., 2007. Waste Manage. 27, 729-745.

[2] Barina, 2005. International workshop "Hydro-Physico-Mechanics of Landfills". Grenoble 1 University, France, 21-22 March.

[3] Rosqvist et al., 2007. Proceedings Sardinia, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy; 1 - 5 October 2007.

[4] Abdulrahman et al., 2013. Adv. MAT. Res. 726 – 731, 3014-3022.

Combiner la mesure du pH et de la conductivité afin d'augmenter la précision et la robustesse de l'estimation en azote ammoniacal, acides gras volatils et carbone inorganique par titration : Réduire l'erreur d'estimation des paramètres clés du digesteur pour permettre un suivi plus fin – C. Charnier

C.Charnier, BioEnTech/INRA - E.Latrille, INRA - J.Miroux, BioEnTech - JP.Steyer, INRA.

### **Résumé :**

Dans le contexte actuel de la méthanisation, l'ammonium et les acides gras volatils font partie des principaux inhibiteurs du procédé de digestion anaérobie. Des estimations précises de ces composés sont possibles par infra-rouge ou chromatographie en phase gazeuse par exemple mais ces méthodes sont trop onéreuses pour les unités de taille modeste. Seules les méthodes de titration correspondent aux attentes de ces unités. Malheureusement, les méthodes de titration manquent de précision et de robustesse sur les milieux complexes tels que les échantillons de digesteur à la ferme, d'unité collective ou encore de digesteurs traitant des boues de station d'épuration.

Partant de ce constat, un capteur titrimétrique estimant avec le maximum de précision et de robustesse l'azote ammoniacal (TAN), les acides gras volatils (AGV) et le carbone inorganique (CI) a été développé. Ce capteur, nommé SNAC (*System of titration for Nitrogen, volatil fatty Acids and inorganique Carbon*) combine la mesure de la conductivité électrique et du pH lors de la titration. SNAC a été testé sur 24 échantillons d'unités différentes dans une gamme de 0-0.16 mol.L<sup>-1</sup> TAN, 0.01-0.21 mol.L<sup>-1</sup> CI et 0-0.04 mol.L<sup>-1</sup> AGV. L'erreur maximale d'estimation a été de 0.026 mol.L<sup>-1</sup> TAN, 0.030 mol.L<sup>-1</sup> CI et 0.007 mol.L<sup>-1</sup> AGV. Le coefficient de détermination R<sup>2</sup> entre l'estimation SNAC et la valeur de référence a été de 0.95, 0.94 et 0.95 pour TAN, CI et AGV respectivement. En utilisant les mêmes échantillons, les méthodes actuelles basées uniquement sur une analyse du pH en point clés donnent une erreur maximale de 0.124 mol.L<sup>-1</sup> AGV et 0.088 mol.L<sup>-1</sup> CI et un coefficient de détermination R<sup>2</sup> de 0.87 CI et 0.05 AGV.

Ces résultats montrent que SNAC est un outil précis et adaptés pour améliorer le pilotage des unités de digestion anaérobie. Il est en cours de prototypage afin d'être utilisé pour le suivi de digesteurs au stade industriel.

## Modélisation des écoulements liquides réactifs au sein d'un digesteur solide à percolation : Étude de l'influence des stratégies de recirculation sur l'accumulation des acides gras volatils – A. Shewani

A. Shewani, Cofely INEO GDF Suez, LISBP, INSA Toulouse - P. Horgue, Institut de Mécaniques des Fluides de Toulouse (IMFT) - S. Pommier, CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales, INSA - G. Debenest, Institut de Mécaniques des Fluides de Toulouse (IMFT) - X. Lefebvre, CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales, INSA - E. Gandon, Cofely INEO GDF Suez - E. Paul, LISBP, INSA Toulouse

### **Résumé :**

L'objectif de ce travail est d'étudier l'accumulation et le lessivage des acides gras volatils (AGVs), en utilisant un modèle d'écoulements multiphasiques réactifs en milieu à double porosité lors d'un processus de percolation au travers d'un massif de déchets solides. Pour un procédé de méthanisation par voie sèche discontinue, la percolation permet de fournir de l'eau, nutriments, microorganismes et chaleur et de drainer les intermédiaires réactionnels tels que les AGVs, l'azote ammoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) et l'hydrogène ( $\text{H}_2$ ). L'accumulation de ces derniers limite, voire inhibe, l'activité des méthanogènes. La stratégie de percolation et de recirculation (débit, volume, géométrie et fréquence d'injection) va donc directement impacter les performances d'un procédé de méthanisation voie sèche discontinue.

Une méthodologie expérimentale a été développée permettant de mesurer des paramètres hydrodynamiques tels que la micro- et la macro-porosité, les retentions statique/dynamique d'eau, la perméabilité apparente et le terme d'échange liquide entre micro- et macro-porosité. Le second effort scientifique s'est porté sur la compréhension des écoulements réactifs, avec notamment l'échange des espèces réactives entre micro- et macro-porosité. Une approche combinée modèle-expériences a ainsi été développée afin de mesurer l'échange des solutés entre micro- et macro-porosité.

L'ensemble des résultats expérimentaux a permis de calibrer et d'améliorer la prédiction d'un outil CFD. Le couplage de cet outil à un modèle de biodégradation simplifié a rendu possible la simulation des écoulements liquides réactifs au sein d'un massif de déchets solides de taille semi-industriel. Deux objectifs étaient visés : a) étudier l'hétérogénéité des propriétés physiques et la distribution de l'eau et des AGVs (simulations en 3D); b) étudier l'impact du débit d'injection sur accumulation ou le lessivage des AGVs (simulations en 1D et sous conditions d'injection homogène). Les résultats de ce travail permettent de proposer des stratégies de recirculation appropriées pour éviter l'accumulation des AGVs et ainsi optimiser le procédé.

## Etude de l'inhibition de la méthanisation des vinasses de distillerie par leur concentration élevée en sels : Couplage de l'électrodialyse et de la digestion anaérobie afin d'étudier l'effet de la concentration ionique d'un effluent de distillerie sur la stabilité et les performances de réacteurs de méthanisation – R. Tozy

*R.Tozy, Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec, Laboratoire de génie des procédés et matériaux, Université Paris Saclay - MA.Theoleyre, Chaire de Biotechnologie de centrale Supélec, Laboratoire de génie des procédés et matériaux, Université Paris Saclay - D.Pareau, Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec, Laboratoire de génie des procédés et matériaux, Université Paris Saclay - H.Graser, Cristal Union*

### **Résumé :**

Cette proposition d'intervention s'inscrit dans le cadre d'une thèse de doctorat dont l'objectif est de développer un procédé de méthanisation des coproduits de sucrerie/distillerie.

Les vinasses de distillerie sont l'un des substrats étudiés. Résidu ultime de la production de sucre et d'alcool, elles sont actuellement valorisées en fertilisation pour leur teneur en potassium. Riches en matière organique (DCO=120 gO<sub>2</sub>/L), elles peuvent contribuer à la production d'énergie par méthanisation sans altération de leur valeur agronomique.

La limitation de la productivité d'un digesteur pilote (3m<sup>3</sup>) nous a conduit à formuler l'hypothèse selon laquelle la concentration en sels des vinasses (notamment 14 g/L de potassium et 3 g/L de sodium) aurait un effet inhibiteur sur la méthanisation.

Un prétraitement du substrat par électrodialyse a permis de diminuer la charge minérale des vinasses sans dilution tout en maintenant leur concentration en DCO et donc leur potentiel méthane. L'électrodialyse permet une extraction sélective de tout ou partie des ions d'une solution en imposant leur passage au travers de membranes échangeuses d'ions sous l'effet d'un champ électrique. Trois types de vinasses déminéralisées ont ainsi été comparés aux vinasses d'origine durant un essai de méthanisation en continu mené durant plus de 170 jours. Le dispositif mis en place comporte 12 réacteurs de 1,5 litre.

Les analyses régulières de la composition des digestats ainsi que le suivi des productions de biogaz permettent à ce jour de confirmer et quantifier l'impact de la concentration en ions des vinasses sur la stabilité et les performances de la méthanisation. Dans un second temps, l'objectif est de déterminer les temps de séjours optimaux en fonction de la concentration ionique des vinasses.

Dans un contexte industriel, la méthodologie adoptée qui couple une technique séparative électrochimique à la méthanisation ouvre la voie à la valorisation des composés organiques et minéraux des vinasses sans dilution du substrat.



## Méthanisation de fumiers par un procédé voie sèche discontinue à percolation: importance de la recirculation du lixiviat dans la gestion des inhibitions liées aux AGV – S. Riggio

*S. Riggio - M. Torrijos - J.P. Steyer - R. Escudié- INRA, UR0050, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement ; R. Debord, Naskeo Environnement - G. Esposito, Department of Civil and Mechanical Engineering, University of Cassino and Southern Lazio*

### **Résumé :**

Le procédé de digestion anaérobie à percolation (procédé discontinu), où une fraction liquide percole à travers la fraction solide, est une technologie adaptée au traitement et à la valorisation des déchets agricoles. Pour cette raison, elle possède un grand intérêt en France où des unités de méthanisation à la ferme utilisent ce système pour traiter des fumiers.

Afin d'étudier les potentialités de cette technologie, six fumiers différents (équin, ovin, caprin et bovins) ont été collectés dans des fermes utilisant un élevage sur litière accumulée. Le procédé a fait preuve d'une bonne stabilité biologique et les substrats se sont montrés adaptés à ce type de traitement. Grâce à leur porosité, leur alcalinité importante et leur lente dégradation, les fumiers peuvent être traités en mono-substrat dans des procédés à percolation mono-étape sans risques d'inhibition, car les AGV accumulés sont ensuite convertis en méthane sans difficulté.

Dans ce type de procédé, la digestion de substrats plus facilement biodégradables peut entraîner des instabilités liées à une accumulation d'AGV qui peut ralentir les cinétiques ou inhiber les processus biologiques. Sur cette idée, différents réacteurs alimentés avec du fumier et des taux des matières facilement biodégradables variables ont été opérés. Les conditions choisies ont donné lieu à des inhibitions de plus en plus marquées liées à une accumulation d'AGV. Grâce à la recirculation appliquée, ces réacteurs ont pu recouvrer une activité méthanogène et produire du méthane. Ces expériences ont permis de mettre en évidence le rôle important joué par la recirculation des percolats dans le rétablissement des conditions optimales de méthanisation grâce au lessivage des AGV et au contrôle du pH. Des expériences sont en cours pour évaluer l'effet du mode de lixiviation dans une stratégie globale de couplage de différents réacteurs possédant des niveaux de maturité (temps de réactions) différents.

## Retour d'expérience sur la conduite et l'optimisation d'une unité industrielle de méthanisation voie sèche continue d'OM et de déchets verts : Un exemple d'une collaboration réussie entre scientifiques et exploitants – X. Lefebvre

X. Lefebvre, CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales, INSA - S. Pommier, CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales, INSA - D. Delagnes, CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales, INSA - Marie Décarité, Syndicat Mixte du Point Fort - Nicolas Pont, Syndicat Mixte du Point Fort

### **Résumé :**

Les procédés de digestion voie sèche continue sont destinés aux déchets à forte siccité. Les installations actuellement en service valorisent essentiellement des déchets de type ordures ménagères et déchets verts. Leur mode de fonctionnement (siccité et recyclage des jus de digestats) favorise les phénomènes d'accumulation (salinité, AGVs, ammonium, micro-organismes), sources de dérèglement biologique. A l'échelle industrielle, des difficultés opérationnelles imprévues sont parfois observées, réduisant la rentabilité de l'installation (traitement des jus de presse, production de méthane) et conduisant même dans certains à des arrêts d'exploitation.

Nous proposons ici de présenter une collaboration entre le CRITT Génie des Procédés de l'INSA et le Syndicat Mixte du Point Fort qui exploite deux digesteurs horizontaux de type Kompogas alimentés par une charge annuelle actuelle de 20000 tonnes de déchets (80 % OM, 20 % déchets verts).

Cette collaboration a débuté en 2011/2012, suite à des acidifications à répétition, ayant obligé le réensemencement partiel des digesteurs et l'arrêt prolongé d'exploitation. L'objectif était double : optimiser et fiabiliser la digestion (maximiser la rentabilité) et disposer de données en conditions réelles pour mieux comprendre la dimension biologique de tels procédés.

La démarche a reposé sur une évaluation des mesures indispensables disponibles ou à mettre en place (représentativité, précision, ...), un bilan matière (flux), une analyse des données pour établir des corrélations entre paramètres et identifier des causes et des solutions. La compréhension et le diagnostic des observations ont nécessité aussi l'utilisation de la modélisation prenant en compte les spécificités d'un procédé voie sèche (temps de séjour multiples des solutés, des solides substrats et des populations bactériennes). L'outil a permis de réaliser des études de sensibilité, la validation du bilan matière, la détermination de variables non mesurables ou non mesurées ...

*In fine*, même s'il reste encore des zones d'ombre, cette collaboration a permis de rationaliser le pilotage des digesteurs en définissant de nouvelles consignes, de fiabiliser le fonctionnement et de réorienter des flux matière pour une utilisation maximale de la cogénération.

## Standardisation du Biométhane et liens avec la métrologie des gaz complexes : risques et opportunités – P. Camacho et C. Germain

*P. Camacho, SUEZ (CIRSEE) – V. Decottignies, SUEZ (CIRSEE) – C. Germain, DELTALYS – N. Dumont, INSA Lyon – D. Lebouil, INSA Lyon*

### **Résumé :**

Avec un objectif européen de 20% de consommation d'énergie issues d'énergies renouvelables et 23% selon la déclinaison française, le biogaz voit s'ouvrir des perspectives de marché répondant à la politique de transition énergétique. De nombreux projets de méthanisation émergent aujourd'hui répondant aux différents appels d'offre régionaux.

Depuis 2011, grâce aux décrets encadrant les conditions de production de bioCH<sub>4</sub>, de nouvelles voies de valorisation du biogaz sont possibles : par injection de bioCH<sub>4</sub> dans le réseau de gaz naturel ou sous forme de carburant.

Parallèlement, l'UE impose la standardisation pour uniformiser les pratiques en Europe et a donné mandat au BNG et CEN pour travailler sur l'élaboration de normes définissant les qualités de bioCH<sub>4</sub> en fonctions de la filière d'utilisation (injection en réseau ou carburant). Deux projets de normes sont actuellement en cours de finalisation prEN 16723-1 (injection en réseau) et prEN 16723-2 (carburant) ; elles ont pour objectifs de définir les spécifications de qualité sur les paramètres énergétiques (paramètres de combustion), paramètres fondamentaux et les niveaux de seuil tolérés sur les impuretés. La qualité du bioCH<sub>4</sub> issu du biogaz n'est pas remise en cause sur les paramètres énergétiques alors que la définition des seuils pour certains contaminants fait l'objet de nombreux débats au niveau européen entre producteur et futurs utilisateurs. Ces paramètres discutés sont notamment les siloxanes, le soufre et le chlore total. Les valeurs seuils fixées sur ces contaminants impacteront le coût de production de bioCH<sub>4</sub> au regard des technologies nécessaires pour les atteindre. Dans la première partie de la présentation, un point sera fait sur l'état d'avancement de ces projets de normes.

Par ailleurs, la définition des valeurs seuils, pour certains contaminants, n'est pas en phase avec la réalité actuelle des possibilités techniques de quantification.

Le second axe de la présentation portera sur les problématiques associées aux moyens requis pour garantir ces seuils, en particulier la mise en œuvre des méthodes analytiques in situ et la maîtrise des procédés de dépollution du gaz. Ces aspects seront également abordés au travers de quelques exemples concrets. Ces exemples, dont ceux portant sur la quantification du silicium, seront abordés en prenant en compte les incertitudes sur l'ensemble de la chaîne analytique : « du prélèvement sur le terrain à l'appareil d'analyse », et pourront être mis en regard des propositions de seuils normés.

## Développement d'un procédé innovant d'épuration du biogaz adapté aux petites unités (<150 Nm<sup>3</sup>/h) : Evaluation de la technologie contacteurs à membranes pour l'épuration du biogaz – V. Fougerit

V. Fougerit, Chaire de Biotechnologie, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux, Centrale Supélec - J. Lemaire, Chaire de Biotechnologie, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux, Centrale Supélec - MA. Théoleyre, Chaire de Biotechnologie, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux, Centrale Supélec - M. Stambouli, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux, Centrale Supélec

### Résumé :

Le gisement de biogaz en France est majoritairement constitué par des exploitations agricoles de petites tailles. Dès lors, son exploitation est conditionnée par le développement de solutions technologiques viables économiquement pour des petites unités (<150 Nm<sup>3</sup> biogaz/h).

Les applications biométhane permettent une valorisation énergétique optimale du biogaz sur des sites ruraux où la demande en chaleur reste rare.

Dérivée des recherches sur le poumon artificiel, la technologie du contacteur à membranes est évaluée pour le développement d'un procédé d'épuration du biogaz. Le procédé utilise des produits manufacturés facilement mis en œuvre et adaptés aux exigences économiques des petits débits.

Le contacteur propose une interface d'échange par le biais d'une membrane poreuse hydrophobe. Comme dans les colonnes de lavage, la séparation CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> exploite la différence de solubilité des gaz dans un solvant. Comparativement, cette technologie présente plusieurs avantages :

- Confinement (évent riche en CO<sub>2</sub> >95%)
- Maîtrise distincte des phases gaz et liquide
- Bonne compacité
- Flexibilité opérationnelle
- Modularité

L'obtention d'un biométhane « réseau » (>97%) a été validée expérimentalement par un procédé avec un circuit d'eau en boucle fermée à partir d'un biogaz synthétique (60% CH<sub>4</sub> + 40% CO<sub>2</sub>).

Deux zones d'intérêts économiques sont étudiées :

- Limitation du rendement CH<sub>4</sub> (80%) pour obtenir un évent combustible (>20%) valorisable en chaudière pour chauffer le digesteur ;
- Augmentation du rendement CH<sub>4</sub> (>99%) par recirculation ce qui permet de limiter la teneur CH<sub>4</sub> dans les événements (<5%) pour éviter des pertes à l'atmosphère.

Le pilote d'épuration sera testé fin 2015 sur un biogaz réel en collaboration avec un éleveur bovin des Ardennes.

Parallèlement, une modélisation des échanges gaz/liquide dans le contacteur utilisé a été développée.

La modélisation repose sur le modèle des résistances en série et intègre le phénomène d'humidification de la membrane limitant le transfert de matière.

## Epurateur de biogaz à la ferme, une solution énergétique d'avenir – D. Benizri

G.Hebrard, Université de Toulouse; INSA, UPS, INP; LISBP - D.Benizri, Université de Toulouse; INSA, UPS, INP; LISBP - N.DIETRICH, Université de Toulouse; INSA, UPS, INP; LISBP - P.Labeyrie, ARIA ENERGIES INNOVENT

### Résumé :

Face à la raréfaction des énergies conventionnelles et à leur impact environnemental, le Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés (LISBP) œuvre à la mise en place d'alternatives énergétiques renouvelables se basant sur des ressources locales.

Un projet de traitement du biogaz issu d'une unité agricole de méthanisation a débuté en 2008 au LISBP en collaboration avec la société ARIA énergie aujourd'hui INNOVENT. La thèse de David BENIZRI (2013-2016) encadrée par les enseignants chercheurs Gilles HEBRARD et Nicolas DIETRICH et financée par l'ADEME, a conciliée démarche expérimentale et modélisation ainsi que développement industriel d'un épurateur de biogaz. Un démonstrateur semi-industriel et automatisé est à l'étude depuis 2012 (thèse David BENIZRI) dans une ferme du Gers (32) où une installation de méthanisation agricole est en fonctionnement (Débit biogaz 40 Nm<sup>3</sup>/h). A l'origine du projet de recherche sur l'épuration du biogaz, la société ARIA énergie avec le soutien de la Région Midi-Pyrénées (Ecoinnov) a sollicité le laboratoire LISBP pour ses compétences dans les domaines des procédés, de l'hydraulique, de la thermodynamique et de la chimie en milieux complexes et multiphasiques.

Concrètement, ce procédé novateur (EPUROGAS) permet de produire séparément, à partir de biogaz Brut (40 % CO<sub>2</sub>, 60 % CH<sub>4</sub>, composés traces), du bio dioxyde de carbone (90%) et du bio méthane concentrés (90%). Le biogaz Brut est initialement obtenu par dégradation de matières organiques dans des systèmes appelés méthaniseurs. Grâce au procédé de traitement de biogaz développé au LISBP, le BIO Méthane est valorisé directement en combustion pour des groupes de cogénération ainsi protégés des composés traces ou, après adsorption sur Zéolites (PSA), utilisé pour des véhicules fonctionnant au gaz naturel (GNV) moins polluants et plus durables. Le BIO CO<sub>2</sub> produit est valorisable localement dans des technologies innovantes (serres horticoles dopées, micro-algues).

Ce travail de recherche s'inscrit dans la décentralisation de l'énergie et propose un potentiel de développement sociétal à l'échelle rurale sur une thématique mondiale.

mondiale.

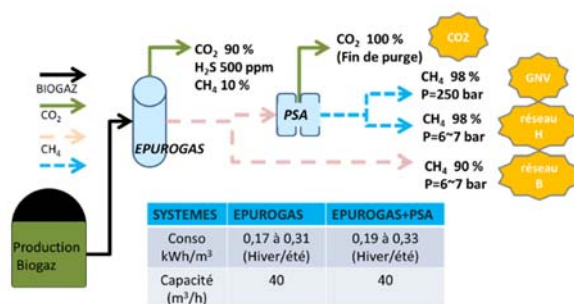


Fig 1. Filières Traitement du Biogaz avec Production de BIO Méthane et BIO CO<sub>2</sub>



Fig. 2 EPUROGAS sur site

Les travaux de recherche conduits au LISBP ont abouti à la publication de deux brevets :

- 1) Numéro de brevet : FR1152055 – Titre : « Dispositif de récupération de dioxyde de carbone à partir de biogaz ».
- 2) Numéro de brevet : FR :1451934 – Titre : « Dispositif de séparation de constituants gazeux contenus dans un mélange gazeux et son utilisation pour la séparation de méthane et de dioxyde de carbone ».

Aux JRI seront présentées les efficacités d'absorption du CO<sub>2</sub> ainsi que les taux de récupération du méthane obtenues sur le site du Gers pour différentes conditions opératoires de températures, pressions et débits. La partie modélisation des absorptions par les approches classiques du génie des procédés sera aussi présentée. Enfin le positionnement de cette avancée technologique dans le contexte actuel de la filière bio-gaz agricole sera discuté.

Systèmes ORC pour une valorisation accrue de la chaleur des unités de cogénération biogaz : Avec la PME française ENOGIA, le développement d'une gamme d'ORC (Organic Rankine Cycle) particulièrement adaptée à la méthanisation agricole, territoriale ou industrielle – P. Leduc

*P. Leduc, IFP Energies nouvelles - A. Leroux, ENOGIA - B. Paillette, ENOGIA*

**Résumé :**

La PME française ENOGIA commercialise depuis 4 ans des systèmes ORC (Organic Rankine cycle) permettant de valoriser la chaleur issue de la combustion du biogaz. Toute chaleur, qu'elle soit issue des fumées de combustion (chaudière, moteur de cogénération) ou d'un liquide (eau de refroidissement de moteur de cogénération, réseau de chaleur) peut être valorisée en tout ou partie pour produire de l'électricité.

Plusieurs ORC d'ENOGIA sont installés dans des fermes et des sites d'enfouissement de déchets, en France et en Italie, à côté de moteurs de cogénération ou de turbines à gaz. La gamme actuelle permet d'exploiter des flux de chaleur de 60 kW à 1 MW environ, dès que la température dépasse 75°C. Le coût de la technologie va de 1800 à 3000 € par kWe, selon la taille de l'installation.

Les travaux de recherche et développement actuels, menés conjointement par IFPEN et ENOGIA, visent en particulier à élargir la gamme de produits vers des puissances plus élevées, à augmenter le rendement de la conversion chaleur vers électricité, à identifier et tester des fluides de travail pour l'ORC plus performants tout en étant respectueux de l'environnement. L'intervention fera le point sur les expérimentations en cours.

## Retour d'expérience sur le programme régional d'appui au développement des unités de méthanisation en Aquitaine – M. Lalanne et V. Gelak

*P. Pouech, APESA - M. Lalanne, APESA - J. Michel, Conseil Régional Aquitaine - L. Lickel, ADEME Aquitaine*

### Résumé :

Depuis sa mise en œuvre en 2011, METHAQTION est le dispositif d'accompagnement de la filière méthanisation en Aquitaine, mis en place et porté par le Conseil Régional d'Aquitaine et la Direction Régionale de l'ADEME.

Les principaux objectifs sont les suivants :

- Structurer le développement de la filière méthanisation en région.
- Capitaliser l'expérience acquise en Aquitaine à l'échelle régionale, puis à l'échelle nationale (dans le respect de la confidentialité des données collectées).
- Apporter aux porteurs des projets une expertise technico-économique neutre, objective et indépendante, en phase avec la stratégie de développement régionale de la filière.
- Proposer des outils méthodologiques communs pour un développement cohérent et homogène.
- Mutualiser les connaissances et le savoir-faire aquitain au sein d'un réseau de professionnels (échange de bonnes pratiques, veille technique et réglementaire...).
- Constituer un référentiel unique pour toute demande de subvention au Conseil Régional ou à l'ADEME, qu'il s'agisse d'une aide à la décision ou d'une aide à l'investissement.

Ce dispositif s'appuie sur une expertise indépendante réalisée par l'APESA de l'ensemble des projets soumis à une demande de subvention publique et ceci quelque que soit le niveau de maturité du projet (pré-projet, pré-faisabilité, faisabilité, investissement, suivi de fonctionnement). Une méthodologie a été mise en place pour analyser les projets selon leurs niveaux de maturité ; des indicateurs chiffrés ont été mis en place et une analyse globale (technique, économique et socio-environnementale) permet d'évaluer la maturité du projet.

Ainsi de ce sont 82 projets qui ont été analysés sur la même grille d'indicateurs (ce qui représente 65 indicateurs techniques, économiques et sociaux-environnementaux) et qui nous permettent d'évaluer des critères de réussite en amont de la réalisation.

Sur la base de ces informations nous proposons de présenter aux JRI d'une part le dispositif lié à Methaqtion et d'autre part les résultats tangibles sur les critères initiaux qui amènent à la réussite d'un projet de méthanisation ; en effet la région Aquitaine dispose aujourd'hui d'une douzaine d'installations qui ont suivies ce schéma d'évaluation.

Les aspects liés aux difficultés et contraintes de développement d'un projet de méthanisation seront également évoqués aux travers des nombreux indicateurs que nous avons pu analyser statistiquement sur plus de 80 projets initiaux.

Enfin une réflexion sur le mode d'accompagnement et le rôle des pouvoirs publics sur le développement de la filière pourra être discuté ; ceci afin de déterminer des schémas de développement adaptés aux besoins et aux contraintes des territoires, car il s'agit concernant la méthanisation avant tout de projets territoriaux économiquement rentables et socialement viables !



## L'anticipation des risques contentieux par les opérateurs du biogaz – S. Gandet

Stéphanie GANDET, avocat associée

### **Résumé :**

Le cadre juridique de la méthanisation s'avère aujourd'hui relativement stable et complet. Les installations de méthanisation (rubrique 2781) et les installations de production d'électricité ou de biométhane à partir biogaz (rubrique 2910-C) sont soumises au droit des installations ICPE, sachant que l'expérimentation en cours de l'autorisation unique (Ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014 et Décret n° 2014-450, du 2 mai 2014) préfigure sans doute le futur régime intégré applicable au secteur.

Ainsi les opérateurs peuvent anticiper les contentieux qui ne doivent pas être ignorés par des activités qui nécessitent souvent des financements et qui peuvent encore susciter des recours s'agissant d'installation valorisant des déchets.

Dans ce contexte, notre intervention développera une approche de prévention et de gestion des risques contentieux auxquels l'installation de méthanisation est exposée tout au long de son existence.

Nous mettrons à jour :

- Les moyens d'anticiper le contentieux avant qu'il ne naisse en exposant :
  - o les erreurs à éviter d'un point de vue juridique tout au long des différentes étapes des procédures administratives d'autorisation (rapport en aval avec l'Inspection des ICPE, analyse des pièces de l'enquête publique ...)
  - o les reflexes juridiques à avoir pour sécuriser juridiquement les dossiers de PC et de DAE (appréciation de la « suffisance » des documents par une relecture par un juriste)
- Les contentieux administratifs de l'autorisation d'exploiter et de construire (portée du recours gracieux sur les délais contentieux, intérêt juridique à agir, délai de recours et purge des autorisations, cadre du débat contentieux, procédure devant les différentes juridictions, rôle de l'Etat en défense, possibilités de régularisation pendant l'instance de certains illégalités, stratégies de défense par rapport à la 'bancabilité', gestion des référés ...)

Les contentieux post-autorisation (actions en troubles anormaux du voisinage engagé par les tiers riverains, le contrôle de l'inspection des ICPE, les sanctions administratives et leur contestation ...)

Méthanisation et territoire : la concertation, une aide à la transition : Comment une nouvelle filière de valorisation de la biomasse ne peut se développer qu'en adéquation avec de multiples usagers du territoire : agriculteurs, collectivités, riverains, entrepreneurs, artisans, associations environnementales – C. Delatte

C. Delatte, Quelia

**Résumé :**

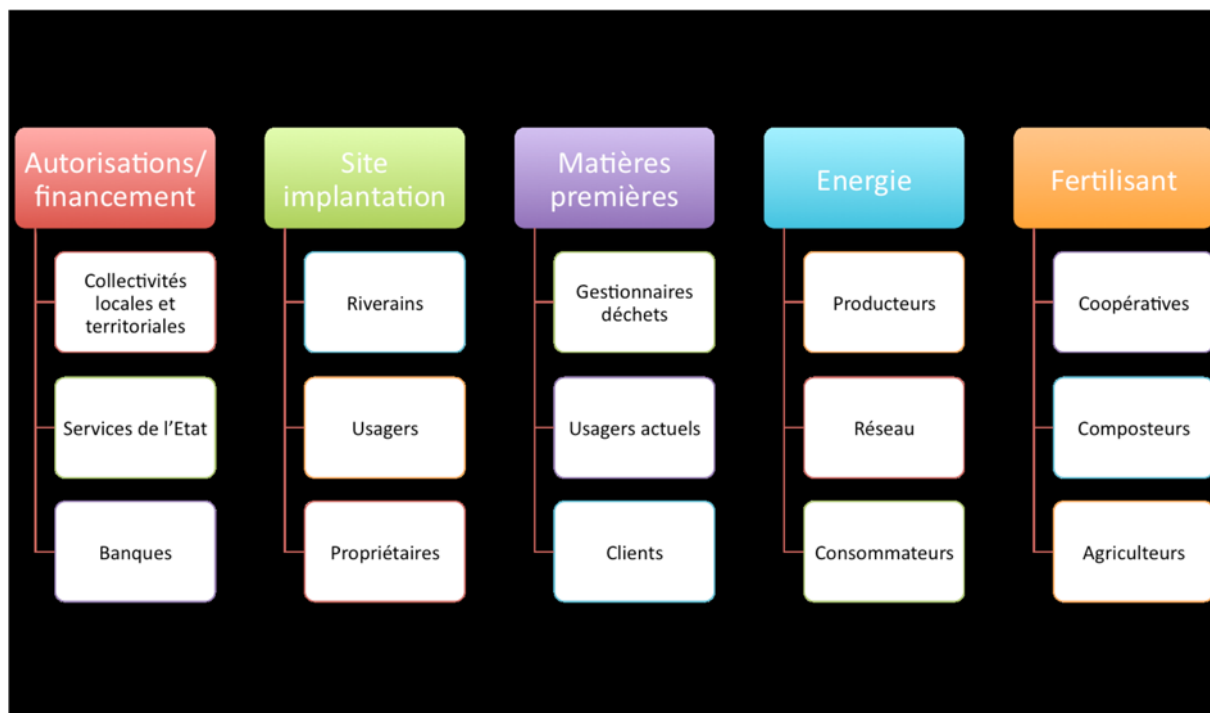
On ne compte plus en France les projets de méthanisation en grande difficulté « sociétale » : rejet des habitants, refus d'entrepreneurs voisins, cibles de l'opposition municipale, désapprobations de syndicats agricoles, etc. Les conséquences sont parfois lourdes sur le temps de développement du projet, sur les coûts de modifications, ou vont jusqu'à l'abandon. A terme l'image de la filière peut être affectée.

Les raisons invoquées par les détracteurs d'un projet sont en général les mêmes nuisances et risques, et semblent révéler un phénomène NIMBY (Not In My BackYard).

Les « opposants » seraient des citoyens qui refusent la transition écologique près de chez eux. Mais la réalité est différente, les oppositions de riverains sont bien souvent initiées par la méconnaissance du sujet et amplifiées par la non-information (ou information tardive) par les porteurs du projet.

Les parties prenantes doivent pouvoir découvrir le projet en amont, avant que les décisions ne soient prises. Cela contribue à l'instauration de la confiance réciproque, nécessaire à un dialogue serein.

Une autre réalité concerne les usagers de la biomasse ou les autres activités qui entrent en interaction directe ou indirecte avec la méthanisation. Elles sont nombreuses : filières valorisation de biomasse, de fertilisants chimiques, épandages, gestion de l'eau. Ce sont autant d'acteurs impactés qui peuvent être utilement et activement impliqués dans les choix autour de la gestion de la biomasse.



Tout porteur de projet de méthanisation peut avantageusement s'appuyer sur une analyse approfondie du contexte, puis rationaliser les usages des différents niveaux de la concertation (information, consultation, négociation) en fonction des publics concernés, pour enfin envisager avec les acteurs locaux l'adéquation locale de projets territoriaux.

## L'acceptabilité de l'innovation sur les territoires : focus sur la méthanisation – H. Flanquart

*H. Flanquart, Université du Littoral Côte d'Opale*

### **Résumé :**

Après avoir rappelé ce que l'on appelle acceptabilité sociale d'une technologie et exposé brièvement quels biais - cognitifs, sociaux et individuels - peuvent l'influencer, nous aborderons la question du déploiement sur un territoire particulier des technologies de production d'énergie renouvelable. Nous essaierons de voir, à partir d'un sondage réalisé pour l'ADEME et d'une recherche documentaire sur ce qui a été publié sur Internet ces dernières années, quelles résistances peuvent apparaître chez les riverains et futurs riverains d'installations de production d'énergie, notamment celles qui produisent du biogaz à travers la technique de méthanisation de déchets.

Nous verrons que les risques et nuisances redoutés par les habitants avant que l'installation de méthanisation soit opérationnelle ne sont pas exactement les mêmes que ceux perçus quand celle-ci fonctionne déjà. La question de savoir comment on peut tenter de faciliter les relations entre les porteurs de projet d'installation de méthanisation et les habitants, organisés ou pas, du territoire d'implantation sera également abordée.

## Mobilisation de France Nature Environnement dans le cadre du développement de la filière méthanisation – C. Dorioz

*Action menée conjointement par les réseaux Agriculture (Camille Dorioz, chargée de mission), Prévention et gestion des déchets (Agnès Banaszuk, coordinatrice) et Energie (Adeline Mathien, coordinatrice)*

### **Résumé :**

La méthanisation est à la croisée de plusieurs thématiques environnementales qui mobilisent les associations de protection de l'environnement mais parfois de manière sectorielle : (1) la production d'énergie renouvelable, (2) la gestion des déchets, et (3) une utilisation raisonnée des ressources agricoles.

Au-delà des aspects environnementaux théoriques, c'est sur le terrain que la méthanisation doit répondre aux multiples enjeux. Tandis que certaines associations du mouvement FNE soutiennent des projets et installations de méthanisation, d'autres dénoncent la création ou le fonctionnement d'autres unités de méthanisation. Une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux globaux et locaux dans les projets est une évolution souhaitée par FNE et qui permettra d'améliorer le dialogue local entre les associations de protection de la nature et de l'environnement et l'ensemble des acteurs de la filière, et, in fine, de mieux contribuer à la réussite de la transition énergétique.

Pour cela, FNE, avec le soutien de l'ADEME, a réalisé au printemps 2014 un état des lieux des attentes et questionnements vis-à-vis de la méthanisation comme outil de la transition énergétique et les points de vigilance des associations de son mouvement. Un questionnaire a permis de comprendre leurs positionnements actuels et de faire remonter leurs points de vue sur le développement des sites de méthanisation, les possibles « points de blocage » et d'identifier les besoins d'information du mouvement. La restitution faite lors d'une journée associative d'information et d'échanges a permis de poser les fondements d'un positionnement fédéral.

Dans la continuité de ces travaux, FNE accompagne ses fédérations et associations dans l'organisation de journées locales et réalise, avec le soutien de l'ADEME et de GRDF, un outil d'aide au positionnement pour les associations afin de faciliter l'appropriation des enjeux des projets de méthanisation par les associations de protection de la nature et de l'environnement et de favoriser les relations constructives entre acteurs.