

PRIX DE THESE CODEGEPRA 2013
(thèses soutenues en 2012)

Etude des mécanismes physiques et de leur influence sur la cinétique de méthanisation en voie sèche : essais expérimentaux et modélisation.

Julien BOLLON

LGCIE (INSA de Lyon)

Directeur de thèse : Pr. Pierre Buffière et Dr. Hassen Benbelkacem
pierre.buffiere@insa-lyon.fr et hassen.benbelkacem@insa-lyon.fr

Cadre

Ce travail a été réalisé dans le cadre du **Projet ANAMIX**-Caractérisation des paramètres rhéologiques et des transferts pour l'amélioration des procédés de méthanisation par voie sèche- (Programme BIOENERGIE 2008 de l'ANR) avec un partenariat industriel **VALORGA International** et le **Laboratoire de Biotechnologies de l'environnement (LBE) de l'INRA de Narbonne** et avec le support du pôle de compétitivité **AXELERA**.

Résumé

La digestion anaérobie (ou méthanisation) est un processus biologique qui permet de convertir la matière organique en un gaz riche en méthane. Le potentiel est vaste, car la méthanisation s'applique à tous les gisements de matière organique biodégradable : urbains, industriels ou agricoles, ce qui en fait une méthode efficace et compétitive pour le traitement des déchets. Le biogaz ainsi obtenu, sous réserve d'une purification adéquate, représente aujourd'hui une source d'énergie compétitive en France. Parmi l'offre des constructeurs d'installations, ce sont aujourd'hui les procédés de digestion sèche qui font référence. Caractérisés par une teneur en eau très faible, ils sont néanmoins, malgré leur succès commercial, plus difficile à concevoir et à exploiter que les procédés classiques (dits « humides ») : en effet, si la digestion anaérobie est relativement bien connue lorsqu'elle se produit en milieu aqueux, de nombreuses inconnues scientifiques et techniques sont soulevées par le fonctionnement en digestion sèche.

Les objectifs de ce travail étaient d'approfondir les connaissances sur la digestion anaérobie par voie sèche et de développer une approche globale pour la modélisation des réacteurs de digestion sèche, sur la base de :

- la connaissance des mécanismes d'équilibres et de transfert,
- la connaissance d'une loi de macro-mélange,
- la connaissance de la cinétique microbienne.

La démarche scientifique mise en œuvre a été la suivante :

- Caractériser différents gisements de déchets ménagers et de digestats provenant de plusieurs sites de traitement industriels VALORGA d'Europe,

- Etudier le comportement de la matière (sorption, diffusion, ...) dans les milieux de digestion,
- Etudier les cinétiques de dégradation propres à la méthanisation par voie sèche par le biais de tests à petite échelle mais aussi à échelle pilote avec le suivi opérationnel d'un pilote VALORGA de SOL réalisé dans le cadre du projet,
- Développer un modèle novateur de simulation des processus biologiques mis en jeu dans le procédé de méthanisation et adapté à la voie sèche.

Mots-clés

Digestion anaérobie, Méthanisation, Déchet, Voie sèche, Traitement des déchets solides, Cinétiques microbiennes, Diffusion, Equilibres, Transferts de matière, Biogaz, Modélisation.

Conférences

- Bollon, J., Benbelkacem, H., Buffière, P., Structure et modélisation des réacteurs de méthanisation par voie sèche. **Colloque E3D**, 28-31 Mars **2010**, Alexandrie, Egypte.
- Bollon, J., Le-Hyari, R., Benbelkacem, H., Buffière, P., Development of a kinetic model for anaerobic dry digestion processes, **2010, WasteEng10**, 17-19 May 2010, Beijing, China.
- Bollon, J., Benbelkacem, H., Buffière, P., 2009, Structure et modélisation des réacteurs de méthanisation par voie sèche. **Journée scientifique du CODEGEPR**, 15 Septembre **2009**, Solaize, France.
- Bollon, J., Benbelkacem, H., Buffière, P., 2010, Etude de la diffusion de matière dans les milieux de digestion anaérobie par voie sèche, **journée scientifique du CODEGEPR**, 18 Novembre **2010**, Grenoble (France).
- Bollon, J., Benbelkacem, H., Gourdon, R., Escudé, R., Buffière, P., **2011**, Diffusion de solutés dans les réacteurs de méthanisation par voie sèche, dans « Récents progrès en Génie des procédés », 101, Octobre 2011, Ed SFGP, France.
- Bollon, J., Benbelkacem, H., Le-Hyari, R., Escudé, R., Buffière, P., **2011**, Développement et validation d'un modèle cinétique pour la méthanisation par voie sèche, dans « Récents progrès en Génie des procédés », 101, Octobre 2011, Ed SFGP, France.

Publications

- Bollon, J., Le-Hyari, R., Benbelkacem, H., Buffière, P., **2011**, Development of a kinetic model for anaerobic dry digestion processes : focus on acetate degradation and moisture content, **Biochemical Engineering Journal**, 56 (3), 212-218
- Bollon, J., Benbelkacem, H., Gourdon, R., Buffière, P., **2013**, Measurement of diffusion coefficients in dry anaerobic digestion media, **Chemical Engineering Science**, 89, 115-119
- Le-Hyari, R., Chardin, C., Benbelkacem, H., Bollon, J., Bayard, R., Escudé, R., Buffière, P., **2011**, Influence of substrate concentration and moisture content on the specific methanogenic activity of dry mesophilic municipal solid waste digestate spiked with propionate, **Bioresource technology**, 102 (2), 822-827.