

Intensification de la méthanation biologique par un procédé à mousses solides.

Contexte

Le projet de thèse s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique et de la production de gaz vert. Il porte en effet sur la conversion du CO₂ et/ou du CO en méthane en présence d'hydrogène. Cette transformation ouvre des opportunités dans le domaine de la valorisation du CO₂, et, au-delà, dans le domaine de la valorisation et de la purification des gaz issus du traitement des déchets (biogaz, syngaz). La méthanation **par voie biologique** (biométhanation) est très étudiée depuis 5 ans. Cependant, les technologies demeurent limitées par le transfert de matière gaz-liquide.

Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse est d'évaluer l'aptitude des mousses solides comme garnissage de réacteurs pour la biométhanation. Il s'agit de confirmer, à plusieurs échelles, que leurs performances de transfert sont en totale rupture avec celles des contacteurs classiques, et d'évaluer leur potentialité opérationnelle à l'échelle pilote pour la rétention des micro-organismes et l'intensification de la réaction. Les mousses solides à cellules ouvertes (Open Cell Solid Foams, OCSF) sont des milieux très poreux et perméables, présentant un fort potentiel en tant qu'internes pour l'intensification de réacteurs chimiques ou biologiques polyphasiques (Gaz-Solide ou Gaz-Liquide-Solide). Grâce à leurs propriétés de transfert de chaleur et de masse, leur faible perte de charge et un bon mélange radial (structure désordonnée), ils sont devenus des internes de choix afin de remplacer les lits fixes ou les colonnes garnies.

L'objectif global du projet est donc de trouver les meilleures conditions pour l'intensification de la réaction de biométhanation avec des internes en mousses solides. Concrètement, cet objectif se décline autour de questionnements à la fois fondamentaux et appliqués :

- Sur le comportement hydrodynamique des écoulements diphasiques (temps de séjour, surface d'échange) ;
- Sur l'évaluation du transfert de matière selon les paramètres de mise en œuvre des mousses (écoulement à phase liquide continue, écoulement à phase gazeuse continue, écoulement à co-courant ou à contre-courant, nature du garnissage).
- Sur la transposition des propriétés hydrodynamiques et de transfert en présence d'une colonisation biologique du garnissage ;
- Sur la caractérisation de la nature du biofilm et de son activité biologique en fonction des conditions opératoires (en incluant les mécanismes de croissance et de détachement).

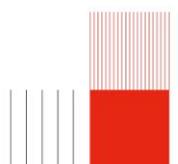
Profil recherché

Le profil attendu privilégie une formation de base en génie des procédés / bioprocédés, un goût prononcé pour le travail expérimental, l'esprit d'équipe, ainsi que des compétences en modélisation.

Environnement

Le travail sera réalisé au sein du laboratoire DEEP de l'INSA Lyon. Il s'inscrit dans le cadre du projet « IBISS » (Intensification de la Biométhanation par des mouSSes solides). Il est conduit en partenariat avec le laboratoire CP2M et est soutenu par la fédération de l'ingénierie Lyon-Saint-Etienne (INGELYSE). Il est également soutenu par la société Arkolia Energies, acteur majeur des énergies renouvelables en France.

Contacts : Hassen Benbelkacem (hassen.benbelkacem@insa-lyon.fr), Pierre Buffière (pierre.buffiere@insa-lyon.fr), laboratoire DEEP, INSA Lyon (www.deep.insa-lyon.fr).



Intensification of the biological methanation reaction by solid foams

Context

The thesis project is part of the energy transition and the production of green gas. It concerns the conversion of CO₂ and/or CO into methane in the presence of hydrogen. This transformation opens up opportunities in the field of CO₂ recovery, and, beyond that, in the field of recovery and purification of gases from waste treatment (biogas, syngas). Biological methanation (biomethanation) has been intensively studied for 5 years. However, the technology remains limited by gas-liquid mass transfer.

Objective

The objective of the thesis is to evaluate the suitability of solid foams as reactor internals for biomethanation. The aim is to confirm, on several scales, that their mass transfer performance is a complete breakthrough compared with conventional contactors, and to assess their operational potential on a pilot scale for the retention of micro-organisms and the intensification of the reaction. Open Cell Solid Foams (OCSF) are very porous and permeable media, showing great potential as internal packing for the intensification of multiphase chemical or biological reactors (Gas-Solid or Gas-Liquid- Solid). Thanks to their heat and mass transfer properties, their low pressure drop and good radial mixing (disordered structure), they have become the internals of choice to replace fixed beds or packed columns.

The overall objective of the project is therefore to find the best conditions for the intensification of the biomethanation reaction with solid foam. In other words, this objective is based on questions that are both fundamental and applied research:

- On the hydrodynamic behavior of two-phase flows (residence time, exchange surface);
- On the evaluation of the mass transfer according to the operating parameters (flow with continuous liquid phase, flow with continuous gaseous phase, flow in co-current or counter-current, nature of the foam).
- On the transposition of hydrodynamic and transfer properties in the presence of biological colonization of the solid foam;
- On the characterization of the nature of the biofilm and its biological activity according to the operating conditions (including the mechanisms of growth and detachment).

Expected profile

Background in process or bioprocess engineering, interested in experimental work, good team spirit, modelling skills.

Environnement

The thesis will be done at the DEEP laboratory at INSA Lyon. This work is part of the IBISS project (Intensification of Biomethanation by solid foams). CP2M laboratory is the partner of this project funded by Lyon Saint-Etienne Engineering federation (INGELYSE). The project is also supported by the company ARKOLIA Energies, an important stakeholder in the field of renewable energy in France.

Contacts : Hassen Benbelkacem (hassen.benbelkacem@insa-lyon.fr), Pierre Buffière (pierre.buffiere@insa-lyon.fr), laboratoire DEEP, INSA Lyon (www.deep.insa-lyon.fr).

