

Biométhanation du syngaz, étude cinétique et mise en œuvre à l'échelle pilote

FIGUERAS Julie^{a*}, BENBELKACEM Hassen^a, DUMAS Claire^b, PALMADE Stéphane^c et
BUFFIERE Pierre^a

^aUniv Lyon, INSA Lyon, DEEP (Déchets Eaux Environnement Pollutions), EA 7429,
69621 Villeurbanne cedex, France

^bTBI, Université de Toulouse, CNRS, INRA, INSA,
31077 Toulouse CEDEX 04, France

^cENOSIS
31100 Toulouse Occitanie, France

Résumé

La biométhanation est le processus biologique de conversion du dihydrogène et du monoxyde de carbone ou du dioxyde de carbone en méthane par des micro-organismes anaérobies. Plus résistante aux impuretés dans le gaz et plus simple à mettre en œuvre que la méthanation catalytique (qui nécessite de hautes gammes de température et pression), elle peut, par exemple, être utilisée pour valoriser le CO₂ issu d'unités de méthanisation dans une logique de Power to Gas ou pour convertir le syngaz issu de la pyro-gazéification de résidus.

Le syngaz est un mélange de gaz (N₂, H₂, CO, CO₂) aux proportions variables en fonction du procédé de gazéification, des conditions opératoires et du type d'intrants. Ces paramètres influent aussi sur les types et les quantités de composés mineurs (H₂S, NH₃, goudrons...) présents dans le syngaz, qui peuvent entraîner des phénomènes d'inhibition sur les micro-organismes (Xu et al., 2011). D'autre part, il a été observé que le CO peut aussi être inhibiteur (Sancho Navarro et al., 2016). Dans le contexte de la biométhanation, le gaz doit être transféré dans le liquide contenant les micro-organismes, ce qui représente une étape limitante.

Bien que quelques études se soient penchées sur la biométhanation de H₂, CO, CO₂ en continu (Asimakopoulos et al., 2019), il n'existe pas à notre connaissance d'étude de la biométhanation d'un syngaz produit à partir de pyro-gazéification, ni de l'inhibition par des composés mineurs de ce syngaz. C'est donc l'objectif du travail présenté, via plusieurs problématiques : l'optimisation du procédé de biométhanation afin d'obtenir de hautes productivités de méthane, la caractérisation du transfert gaz-liquide et l'étude de l'impact des composés mineurs du syngaz sur la biologie.

Dans le cadre de cette étude, un pilote de laboratoire de 12 L a été conçu pour fonctionner en continu à 4 bars et 55°C. Le transfert gaz-liquide est opéré par l'agitation en continu et par le bullage du gaz via un fritté, ainsi que par le fonctionnement sous pression. Le choix de fonctionner en conditions thermophiles est lié à la plus grande activité des micro-organismes ainsi qu'au plus grand taux de croissance des méthanogènes dans cette gamme de températures, par rapport aux conditions mésophiles. Après caractérisation du transfert gaz-liquide, le pilote fonctionnera en continu avec des gaz synthétiques, en proportions similaires à certaines compositions de syngaz. L'objectif est d'adapter ainsi un consortium microbien opérationnel, puis de coupler le pilote de biométhanation à un pyro-gazéifieur.

Références

- Asimakopoulos, K., Gavala, H.N., and Skiadas, I.V. (2019). Biomethanation of Syngas by Enriched Mixed Anaerobic Consortia in Trickle Bed Reactors. Waste Biomass Valorization.
- Sancho Navarro, S., Cimpoia, R., Bruant, G., and Guiot, S.R. (2016). Biomethanation of Syngas Using Anaerobic Sludge: Shift in the Catabolic Routes with the CO Partial Pressure Increase. Front. Microbiol. 7.
- Xu, D., Tree, D.R., and Lewis, R.S. (2011). The effects of syngas impurities on syngas fermentation to liquid fuels. Biomass Bioenergy 35, 2690–2696.

* Auteur/s à qui la correspondance devrait être adressée : julie.figueras@insa-lyon.fr