



HAL
open science

Digestion anaérobie des épluchures de légumes : Évaluation de l'influence de prétraitements biologiques et de la co-digestion sur le potentiel méthanogène

Giulia Glénisson, Hélène Caillet, Thierry Regnier

► **To cite this version:**

Giulia Glénisson, Hélène Caillet, Thierry Regnier. Digestion anaérobie des épluchures de légumes : Évaluation de l'influence de prétraitements biologiques et de la co-digestion sur le potentiel méthanogène. Congrès National de Recherche des IUT (CNRIUT) 2022, Jun 2022, Roanne, France. hal-03727622

HAL Id: hal-03727622

<https://hal.science/hal-03727622>

Submitted on 19 Jul 2022

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.

Digestion anaérobie des épluchures de légumes : Évaluation de l'influence de prétraitements biologiques et de la co-digestion sur le potentiel méthanogène

Giulia Glénisson¹ Hélène Caillet² Thierry Regnier³

giuliaglenisson@hotmail.com helene.caillet@univ-reunion.fr regnierT@tut.ac.za

^{1,2} IUT de Saint-Pierre, Université de La Réunion
Laboratoire PIMENT, EA 4518

³ Tshwane University of Technology
Department of Biotechnology and Food Technology

THÈMES – *Énergie - Environnement*

RÉSUMÉ – *La digestion anaérobie est une solution prometteuse pour la gestion des déchets organiques et la production d'énergie. Ce processus naturel de dégradation de la matière organique permet de valoriser les déchets avec la production d'un biogaz, riche en méthane, et d'un digestat, pouvant être utilisé comme amendement organique. Des inhibitions de la digestion anaérobie peuvent cependant être rencontrées, diminuant ainsi le rendement en méthane. À l'heure actuelle, diverses stratégies existent afin d'améliorer les performances de la digestion anaérobie, notamment le prétraitement et la co-digestion. Le présent article a pour premier objectif de présenter la méthodologie pour l'évaluation de l'influence du prétraitement aérobie sur la production de méthane optimale pouvant être obtenue avec la méthanisation des épluchures de légumes (carottes, chou et pommes de terre), autrement dit le potentiel méthanogène de ces déchets prétraités ou non. Le deuxième objectif est l'étude de l'impact de la co-digestion de ces trois types d'épluchures sur le potentiel méthanogène.*

MOTS-CLÉS – *Digestion anaérobie, biogaz, prétraitement, tests BMP*

1 Introduction

1.1 La digestion anaérobie

La digestion anaérobie, aussi appelée méthanisation ou biométhanisation, est une solution prometteuse pour la gestion des déchets organiques et la production d'énergie. Ce processus naturel de dégradation permet de valoriser la matière organique en biogaz, composé en majeure partie de méthane et de gaz carbonique et en digestat [1]. Elle consiste en un ensemble de réactions se déroulant en conditions anaérobies, c'est à dire en l'absence d'oxygène.

En plus de permettre le traitement des déchets organiques, la méthanisation comporte deux avantages, à savoir : la valorisation de la matière organique sous forme de biogaz, source d'énergie renouvelable, ainsi que la formation d'un résidu nommé digestat, permettant la fertilisation des sols en tant qu'amendement organique.

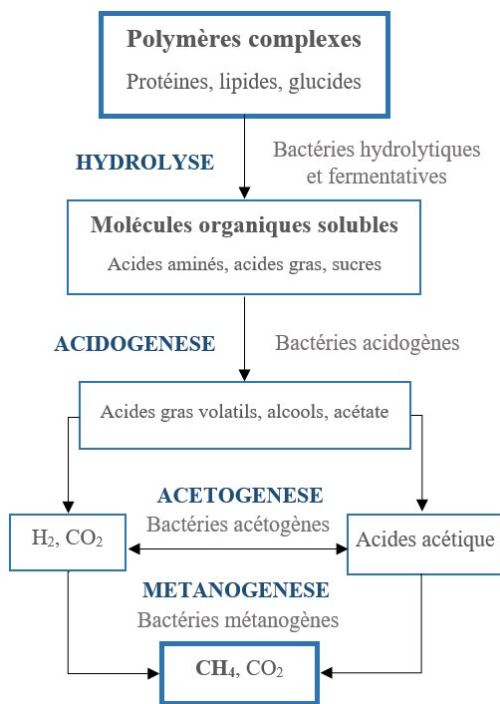


FIGURE 1 – Schéma de la chaîne trophique de la méthanisation et ses différentes étapes.

Ce processus se distingue classiquement en quatre phases successives : l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse [1].

Ces grandes étapes, font intervenir une communauté microbienne complexe à travers quatre groupes de micro-organismes. Chaque étape mène à la formation de composés intermédiaires, servant à leur tour de substrats lors de la phase suivante. La Figure 1 met en avant les étapes du processus de méthanisation ainsi que les différents produits intermédiaires. La première étape, l'hydrolyse, est

conduite par les bactéries fermentaires, qui vont convertir les macromolécules comme les protéines, les lipides et les glucides en composés plus petits comme les acides aminés, les acides gras, les monosaccharides ou sucres simples. L'hydrolyse est suivie de la deuxième étape, l'acidogénèse, au cours de laquelle les composés obtenus précédemment sont convertis en acides gras volatils (AGV) par des micro-organismes acidogènes. La troisième étape de la méthanisation est l'acétogénèse, au cours de laquelle les acétogènes convertissent les AGV en acide acétique, en hydrogène et en dioxyde de carbone. À la fin de cette étape se produit la méthanogénèse, qui assure finalement la conversion de l'acide acétique en méthane et en dioxyde de carbone [2].

1.2 Les stratégies d'amélioration

À l'heure actuelle, divers procédés permettent d'améliorer le processus de méthanisation comme la co-digestion et le prétraitement, ces deux stratégies comportent divers avantages notamment l'amélioration de la production de méthane, raison pour laquelle elles ont connu un développement important ces dernières décennies.

Le prétraitement peut s'effectuer de plusieurs manières, il existe en effet trois catégories de prétraitements distinctes : les prétraitements physiques, chimiques et biologiques. Leur objectif est d'augmenter la disponibilité du substrat pour les micro-organismes, augmentant ainsi sa dégradation et donc sa transformation en biogaz [3]. Un exemple de prétraitement couramment utilisé est le broyage mécanique.

La co-digestion est la digestion simultanée de deux ou plusieurs substrats, elle va agir principalement sur la stabilité du procédé et l'équilibre des concentrations en nutriments dans le digesteur [4].

1.3 Problématique et objectif

La problématique à laquelle ce travail devra répondre est : **quelle amélioration du potentiel méthanogène pouvons-nous obtenir avec l'utilisation d'un prétraitement biologique et quelle est l'influence de la co-digestion sur ce potentiel ?**

L'étude est réalisée en parallèle de travaux de recherche menés en Afrique du Sud dont une partie porte sur l'étude de la digestion anaérobie d'épluchures de légumes dans des conditions réelles, qui ont permis d'identifier trois souches de champignons d'intérêt pour l'optimisation de la production de biogaz.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet d'un prétraitement aérobie (pour les trois souches identifiées) sur le potentiel méthanogène des mêmes déchets dans des conditions optimales. Ces déchets seront étudiés en mono-digestion et en co-digestion dans des proportions spécifiques, et avec et sans prétraitement.

2 Méthodologie

Trois sources d'épluchures de légumes sont étudiées : des pommes de terre, du chou et des carottes. La table 1 référence le contenu des digesteurs pour la réalisation des tests BMP (Biochemical Methane Potentiel). Le résultat obtenu par les tests BMP représente la production de méthane maximale pouvant être obtenue, pour un substrat donné, dans des conditions optimales. Les épluchures (substrat) sont digérées par l'inoculum qui permet d'apporter les micro-organismes nécessaires à la dégradation de ce substrat.

TABLE 1 – Description du contenu des digesteurs.

Digesteur	Contenu
1	Uniquement de l'inoculum (test à blanc)
2	Inoculum et cellulose (test positif)
3	Inoculum et épluchures de carottes
4	Inoculum et épluchures de pommes de terre
5	Inoculum et épluchures de chou
6	Inoculum et épluchures de carottes, pommes de terre et chou
7	Inoculum et épluchures de carottes, pommes de terre et chou prétraitées avec la souche de champignon numéro 1
8	Inoculum et épluchures de carottes, pommes de terre et chou prétraitées avec la souche de champignon numéro 2
9	Inoculum et épluchures de carottes, pommes de terre et chou prétraitées avec la souche de champignon numéro 3
10	Inoculum et épluchures de carottes, pommes de terre et chou prétraitées avec les souches de champignon 1, 2, 3

Chaque substrat est préalablement broyé et homogénéisé, l'inoculum, quant à lui, sera filtré. Ensuite, les teneurs en matières solides (MS) et en matières volatiles (MV) des deux composés seront déterminées. La teneur en MV étant une estimation de la matière organique contenue dans le substrat. Le ratio I/S (Inoculum sur Substrat) est un paramètre important lors de la réalisation de tests BMP [5]. Dans cette étude, le ratio I/S en termes de MV ajoutée est de 3.

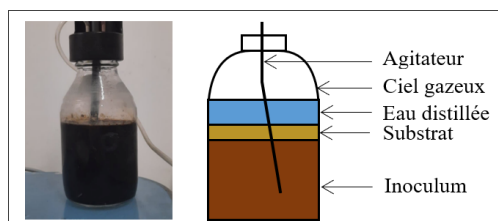


FIGURE 2 – Schéma du contenu d'un réacteur BMP.

La Figure 2, représente un réacteur utilisé dans le cadre des tests BMP, le système permettant de réaliser l'ensemble des tests est le système AMPTS II ("Automatic Methane

Potential Test System II"). Le volume des réacteurs est ajusté à 400 mL avec l'ajout d'eau distillée et le ciel gazeux est purgé au CO_2 et à l'azote dans afin de garantir des conditions anaérobies strictes.

3 Résultats attendus

Les résultats attendus sont :

- la production de méthane pour chaque cas étudié. Elle se présente sous la forme d'un rendement s'exprimant en litres de CH_4 de méthane obtenu par grammes de MV de substrat ajoutés.
- les constantes cinétiques de digestion pour chaque substrat, mélange de substrat et substrat prétraité.

4 Conclusion

Les résultats des tests BMP permettront de confronter les résultats obtenus dans des conditions optimales avec ceux obtenus en Afrique du Sud, dans des conditions réelles. Les résultats des tests en co-digestion permettront d'étudier les effets synergiques ou antagonistes.

5 Remerciements

Nous remercions l'IUT de Saint-Pierre où les travaux ont lieu et le Laboratoire PIMENT de l'Université de La Réunion, financeur de cette étude.

Références

- [1] Moletta René, Willy Verstraete, *Technologies du traitement des effluents par méthanisation*, La méthanisation (2e ed.), 2011.
- [2] Usman T. M., Kavitha S., Banu J. R., Kaliappan S, *Valorization of food waste for biogas, biohydrogen, and biohythane generation*, *Food waste to valuable resources*, 2020, p. 15-38.
- [3] Karimi Keikhosro, Giti Emtiazi, Mohammad J. Taherzadeh, *Ethanol production from dilute-acid pre-treated rice straw by simultaneous saccharification and fermentation with *Mucor indicus*, *Rhizopus oryzae*, and *Saccharomyces cerevisiae**, *Enzyme and microbial technology*, 2006, p. 138-144.
- [4] Lebon Edouard, Caillet Hélène, Akinlabi Esther, Madyira Daniel, Adelard Laetitia, *Kinetic study of anaerobic co-digestion, analysis and modelling*, *Procedia Manufacturing*, 2019, p. 321–326
- [5] Caillet Hélène, Lebon Edouard, Akinlabi Esther, Madyira Daniel, Adelard Laetitia, *Influence of inoculum to substrate ratio on methane production in Biochemical Methane Potential (BMP) tests of sugarcane distillery waste water*, *Procedia Manufacturing*, 2019, p. 259–264.