



**HAL**  
open science

# Bioinspiration du système digestif de la vache pour l'optimisation de la méthanisation de substrats végétaux

Anissa Dieudonné, Clémence Pages, Audrey Battimelli, Hélène Carrère,  
Jean-Philippe Steyer, Jean-Jacques Godon, Renaud Escudié

## ► To cite this version:

Anissa Dieudonné, Clémence Pages, Audrey Battimelli, Hélène Carrère, Jean-Philippe Steyer, et al.. Bioinspiration du système digestif de la vache pour l'optimisation de la méthanisation de substrats végétaux. SFGP, Sciences et Solutions technologiques pour la Transition, SFGP, Nov 2022, Toulouse, France. hal-04146830

**HAL Id: hal-04146830**

**<https://hal.science/hal-04146830v1>**

Submitted on 30 Jun 2023

**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.

# Bioinspiration du système digestif de la vache pour l'optimisation de la méthanisation de substrats végétaux

Anissa Dieudonné<sup>1</sup>, Clémence Pages<sup>1</sup>, Audrey Battimelli<sup>1</sup>, Hélène Carrère<sup>1</sup>, Jean-Philippe Steyer<sup>1</sup>, Jean-Jacques Godon<sup>1</sup>, Renaud Escudié<sup>1</sup>

Affiliation 1 : INRAE, Univ Montpellier, LBE, Narbonne, France

La recherche pour le développement de nouvelles sources d'énergies est un sujet majeur dans le contexte sociétal actuel. Parmi les solutions possibles, la méthanisation est un procédé qui produit un biogaz riche en méthane à partir de biomasses. Elle présente l'avantage de contribuer au traitement des déchets organiques, tout en produisant une source d'énergie stockable et indépendante des conditions non maîtrisables comme les conditions météorologiques (Cherubini, 2010; Nayak and Bhushan, 2019; Ullah Khan et al., 2017).

Alors que les humains n'ont développé leurs techniques que depuis un siècle, les animaux ont été sélectionnés depuis des millions d'années pour être plus efficaces possibles au regard de leurs contraintes. Ainsi, il est admis que la digestion animale est plus efficace que la digestion anaérobie industrielle et il est logique de s'en inspirer pour obtenir améliorer nos propres procédés (Bayané and Guiot, 2011; Godon et al., 2013).

Cette différence d'efficacité entre procédés humains et performances animales est particulièrement visible en ce qui concerne les substrats végétaux, difficiles à dégrader en raison de la présence de lignine. Cependant, les animaux parviennent à les dégrader bien plus rapidement que ce qui est observé dans les méthaniseurs. Un exemple typique d'animal très bien étudié capable de réaliser cela sont les bovins.

La digestion des bovins se fait en plusieurs étapes. L'aliment est d'abord ingéré directement et envoyé dans le rumen dans lequel il subit une fermentation microbienne. Ensuite, les aliments trop gros pour passer à l'étape suivante sont mastiqués. Les aliments les plus petits passent dans la caillette, où le pH est réduit pour permettre l'activité enzymatique, et enfin les intestins réalisent une nouvelle digestion microbienne. Ces étapes peuvent être assimilées à des procédés et retranscrites en laboratoire (Godon et al., 2013). L'objectif de ce projet est de mettre ceci en pratique et de comparer les performances par rapport à une simple méthanisation (Figure 1).

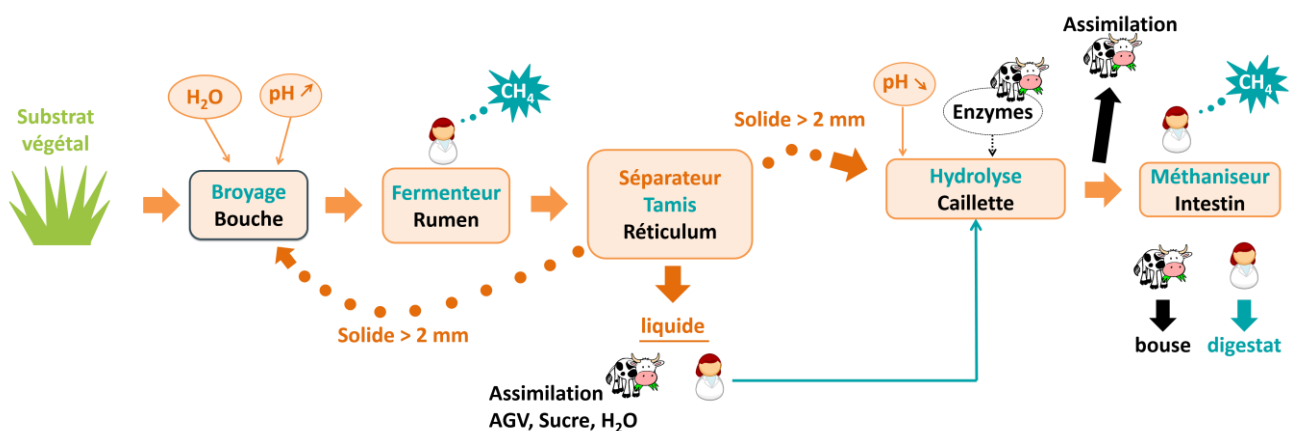


Figure 1 : Schématisation d'un procédé bioinspiré par le système digestif de la vache

L'étape de rumination est réalisée en laboratoire avec une flore intestinale récoltée dans le rumen de vaches. Lors de cette étape, l'objectif principal est la dégradation du substrat végétal. Le procédé est mené en fermentation afin d'avoir une production importante d'acides gras volatils qui pourront servir de substrat dans les étapes suivantes de digestion. Une comparaison de différents broyages est également réalisée pour déterminer lequel est le plus performant.

Les produits de fermentation vont ensuite être traités en hydrolyse acide afin de mimer la diminution de pH de la caillette bovine. La dernière étape, qui est une étape de méthanisation, sera réalisée avec un inoculum particulier : du fumier de vache.

Les résultats obtenus permettront d'évaluer si la mise en place d'un procédé complexe en plusieurs étapes présente un réel intérêt d'optimisation. Ensuite, l'enjeu sera de rendre ce procédé adaptable à des échelles industrielles.

Les auteurs remercient GRDF pour le financement de ce projet.

### **Références bibliographiques :**

- Bayané, A., Guiot, S.R., 2011. Animal digestive strategies versus anaerobic digestion bioprocesses for biogas production from lignocellulosic biomass. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 10, 43–62.
- Cherubini, F., 2010. The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Convers. Manag.* 51, 1412–1421.
- Godon, J.-J., Arcemishère, L., Escudié, R., Harmand, J., Miambi, E., Steyer, J.-P., 2013. Overview of the Oldest Existing Set of Substrate-optimized Anaerobic Processes: Digestive Tracts. *BioEnergy Res.* 6, 1063–1081.
- Nayak, A., Bhushan, B., 2019. An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *J. Environ. Manage.* 233, 352–370.
- Ullah Khan, I., Hafiz Dzarfan Othman, M., Hashim, H., Matsuura, T., Ismail, A.F., Rezaei-DashtArzhandi, M., Wan Azelee, I., 2017. Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage. *Energy Convers. Manag.* 150, 277–294.