



**HAL**  
open science

## Stratégies d'orientation de la valorisation du biogaz vers la production de méthane ou d'acides organiques en culture mixte anaérobie

Léa Laguillaumie, Yan Rafrafi, Etienne Paul, Evrard Mengelle, Simon Dubos,  
Mansour Bounouba, Delphine Delagnes, Claire Dumas

### ► To cite this version:

Léa Laguillaumie, Yan Rafrafi, Etienne Paul, Evrard Mengelle, Simon Dubos, et al.. Stratégies d'orientation de la valorisation du biogaz vers la production de méthane ou d'acides organiques en culture mixte anaérobie. Journées Recherche Innovation Biogaz et Méthanisation 2020, Sep 2020, Toulouse, France. hal-02967413

**HAL Id: hal-02967413**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02967413>**

Submitted on 14 Oct 2020

**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.

# Stratégies d'orientation de la valorisation du biogaz vers la production de méthane ou d'acides organiques en culture mixte anaérobie

Léa Laguillaumie

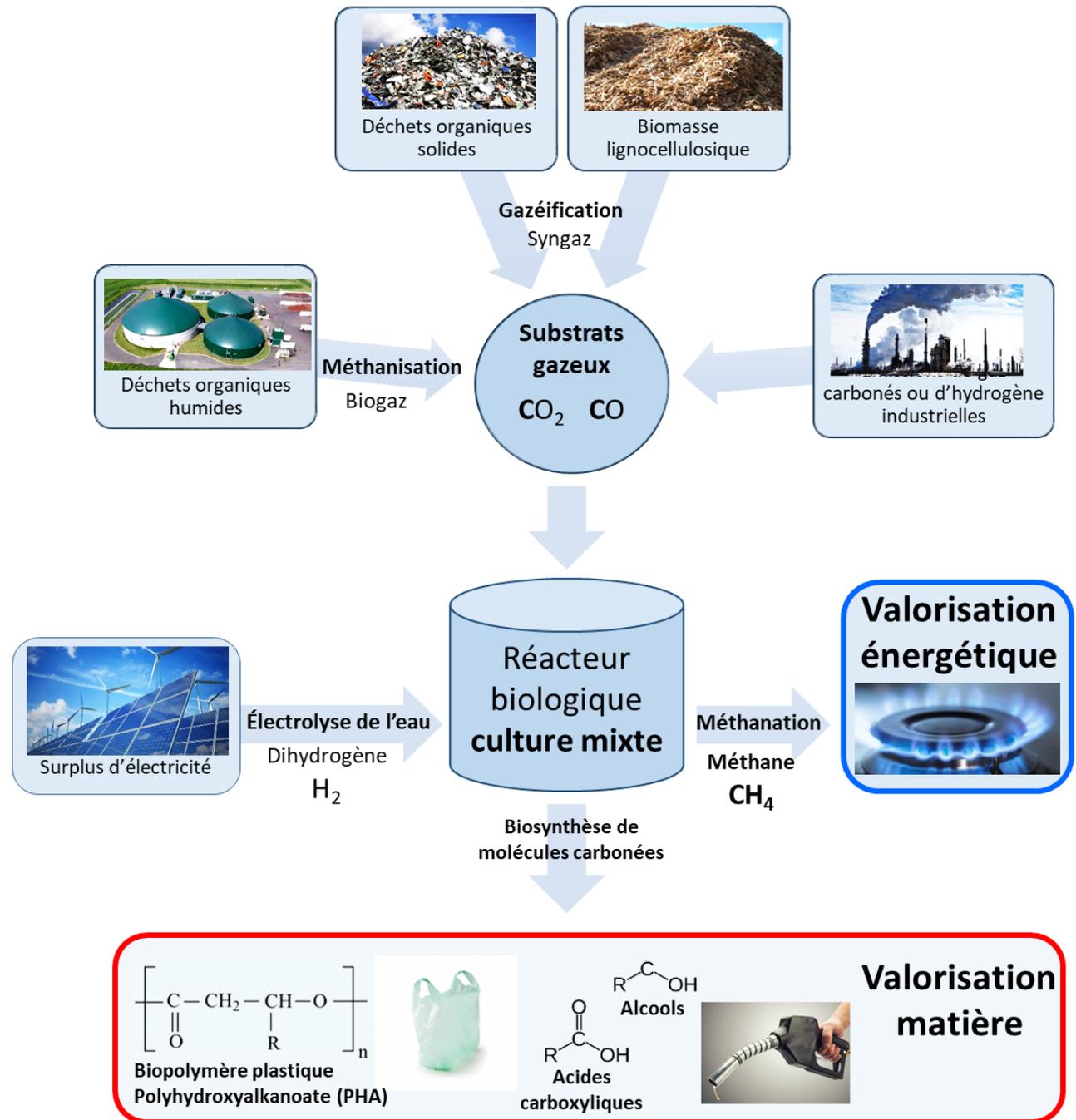
Doctorante au TBI – Toulouse

Equipe Symbiose



Toulouse Biotechnology Institute  
Bio & Chemical Engineering

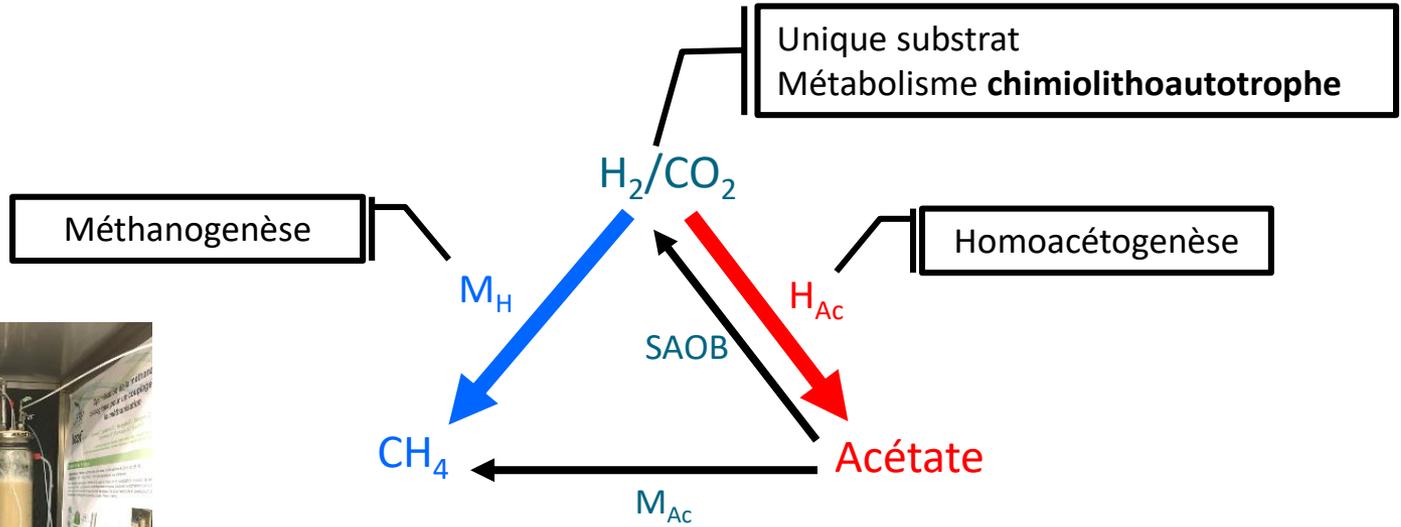




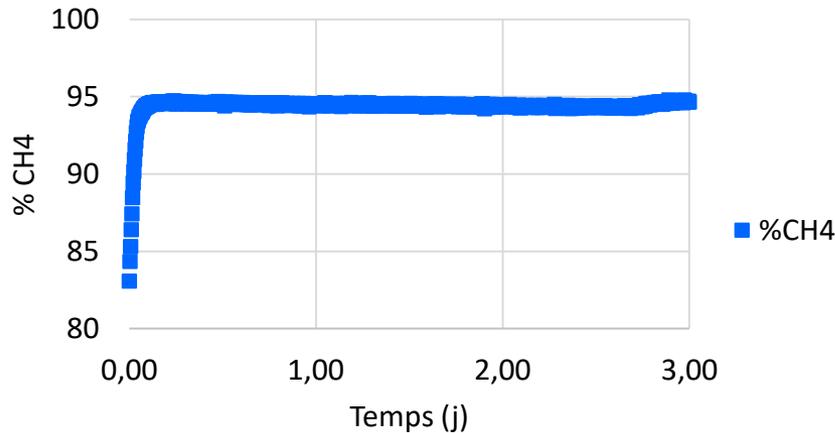
# Emergence du sujet de recherche



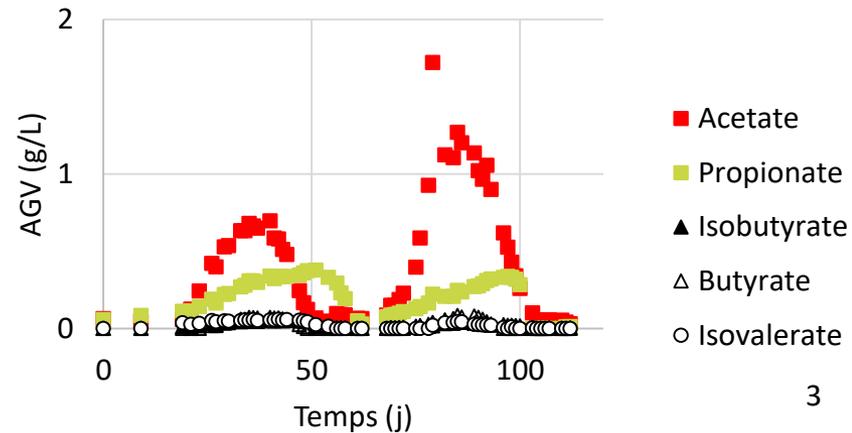
Méthanation biologique  
*Ex situ*



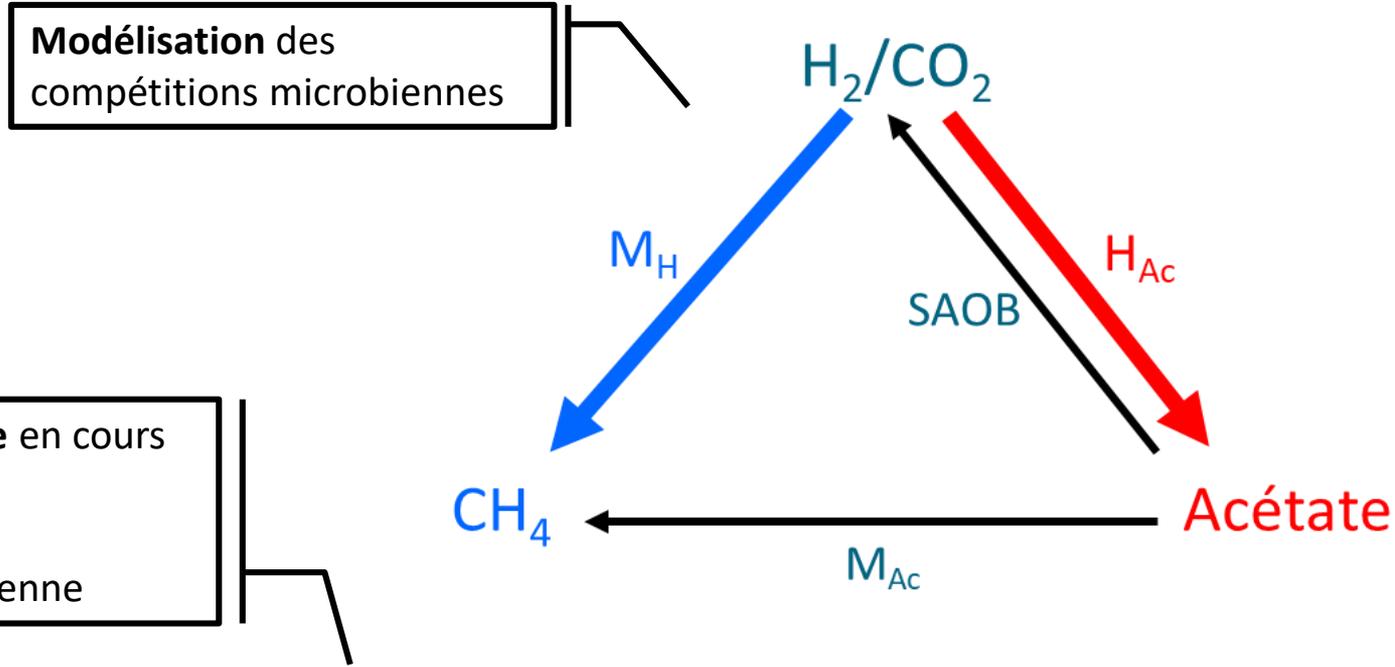
Production de méthane



Accumulations et consommations d'AGV



# Etude des paramètres qui orientent le procédé



	Méthanogène hydrogénophile	Homoacétogène
$P_{H_2}$ (bar)	< 0,1	> 0,2
Température (°C)	50-70	20-40
Temps de séjour de la biomasse (j)	> 10	< 5
pH	7-8	< 7 et > 8

Merci pour votre attention

Léa Laguillaumie

Doctorante à TBI

[laguilla@insa-toulouse.fr](mailto:laguilla@insa-toulouse.fr)

Directeurs de thèse :

Claire Dumas  
Etienne Paul

### Contexte

**Le CO<sub>2</sub> : une ressource de carbone**

- réduction en **méthane** et production d'énergie
- réduction en **acétate** et production de précurseurs chimiques

### Valorisation de substrats gazeux

### Métabolisme en culture mixte

**Chimiolithoautotrophie**  
Source d'énergie chimique  
Source d'électrons inorganique: H<sub>2</sub>  
Source de carbone inorganique: CO<sub>2</sub>

**Voie réductrice de l'acétyl-CoA (ou Wood Ljungdahl)**

**Nécessité de gérer les compétitions microbiennes en culture mixte**

**Méthanogènes hydrogénophiles (M<sub>H</sub>) VS Homoacétogènes (H<sub>Ac</sub>)**

### Compétitions microbiennes sur H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>

#### Observations

**Production de méthane**

**Accumulations et consommations d'AGV**

### Explications

- Accumulation d'acides organiques sur le réacteur de méthanation
  - Sur des phases de variations de débits gazeux
  - Lien avec l'augmentation de la pression partielle en hydrogène (P<sub>H<sub>2</sub></sub>)
  - Homoacétogénèse transitoire

**Vitesse d'accumulation/consommation d'acides organiques en fonction de la PH<sub>2</sub>**

- Paramètres cinétiques différents pour les populations en jeu :
  - K<sub>H<sub>2</sub></sub> vs K<sub>H<sub>2</sub></sub> H<sub>Ac</sub><sup>-1</sup>
  - M<sub>H</sub> : meilleure affinité pour H<sub>2</sub> que les H<sub>Ac</sub>, elles consomment tout le H<sub>2</sub> disponible quand P<sub>H<sub>2</sub></sub> < 0,1 bar
  - H<sub>Ac</sub> compétitifs seulement si H<sub>2</sub> est en excès dans le réacteur
  - P<sub>H<sub>2</sub></sub> < 0,1 live les barrières thermodynamiques pour l'oxydation des AGV par des bactéries syntrophiques oxydatives de l'acétate (SAOB)

### Conclusion

Les paramètres d'orientation de la culture mixte :

	M <sub>H</sub>	H <sub>Ac</sub>
P <sub>H<sub>2</sub></sub> (bar)	< 0,1	> 0,2
Température (°C)	30-70	20-40
Temps de séjour de la biomasse (s)	> 10	< 5
pH	7,6	< 7 et > 8

- La température : sa diminution permet
  - de favoriser les homoacétogènes.
  - plus de diversité dans le consortium microbien
  - un meilleur transfert de gaz<sup>2</sup>
- Temps de séjour : discrimination en fonction du taux de croissance :
  - anaéro<sup>1</sup> = 0,05 - 0,1 1<sup>-1</sup> ; anaéro<sup>2</sup> = 1,2 - 4,3 1<sup>-1</sup>
- Le pH : son augmentation permet de favoriser l'hydrogénométhaneur (la production d'acides organiques)

### Perspectives

Groupes métaboliques présents et réactions associées :

- Plan d'expérience en réacteur continu parfaitement agité : Quels paramètres influencent la sélection microbienne ? (P<sub>H<sub>2</sub></sub>, pH, temps de séjour de la phase liquide)
- Tests d'activité avec inhibiteur chimique spécifique de voies métaboliques<sup>4</sup>
- Modélisation cinétique et thermodynamique des compétitions microbiennes<sup>5</sup>
- Optimisation d'un procédé de production d'acides organiques : Production d'acétate et d'éthanol - Objectif : 500 mgC/L/j
- Élongation de chaîne carbonée jusqu'à C4-C6

# Références

- Grimalt-Alemany *et al.*, 2019 - Waste Biomass Valor
- Omar *et al.*, 2018 - Water Research
- Mohammadi *et al.*, 2011 - Renewable and Sustainable Energy Reviews
- Weijma *et al.*, 2002 - Water Sci Technol