



HAL
open science

Biométhanation du syngaz : Un nouveau dispositif pour caractériser les paramètres cinétiques

Mathis Lemonnier, Julie Figueras, Hassen Benbelkacem, Pierre Buffière

► To cite this version:

Mathis Lemonnier, Julie Figueras, Hassen Benbelkacem, Pierre Buffière. Biométhanation du syngaz : Un nouveau dispositif pour caractériser les paramètres cinétiques. CODEGEPR - Journée Scientifique, Nov 2024, Villeurbanne, France. hal-04922054

HAL Id: hal-04922054

<https://hal.science/hal-04922054v1>

Submitted on 30 Jan 2025

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.

Biométhanation du syngaz

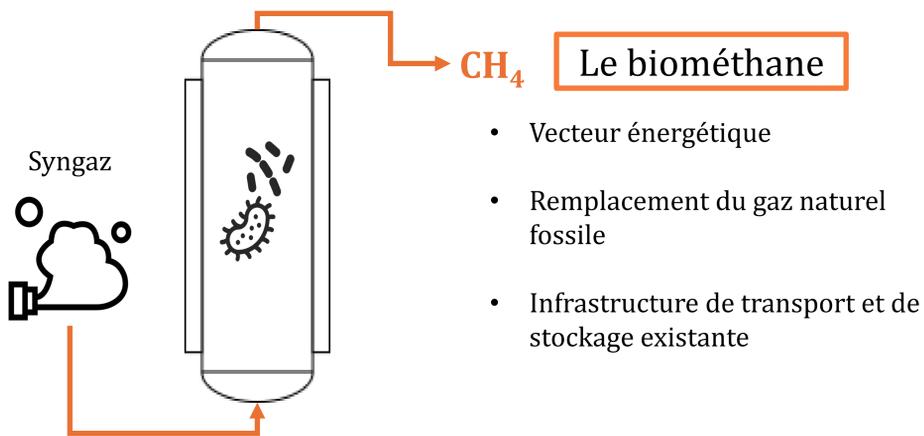
Un nouveau dispositif pour caractériser les paramètres cinétiques

Mathis Lemonnier^{1,2}, Julie Figueras¹, Hassen Benbelkacem¹, Pierre Buffière¹

¹Laboratoire Déchets, Eaux, Environnement, Pollutions (DEEP), INSA de Lyon, VILLEURBANNE 69100, France

²ENOSIS, TOULOUSE 31100, France

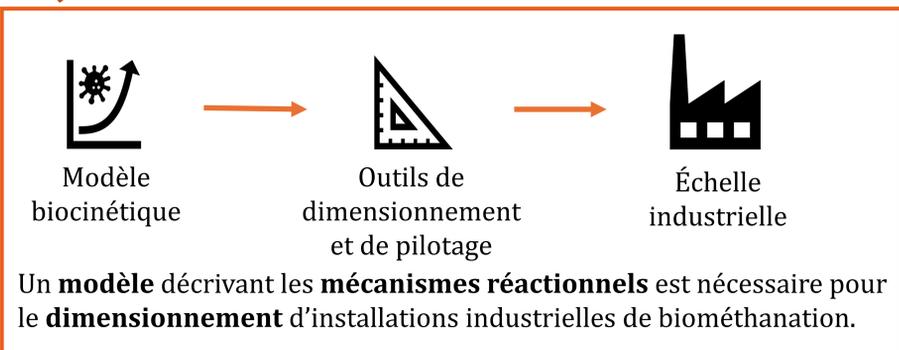
Valoriser énergétiquement nos déchets



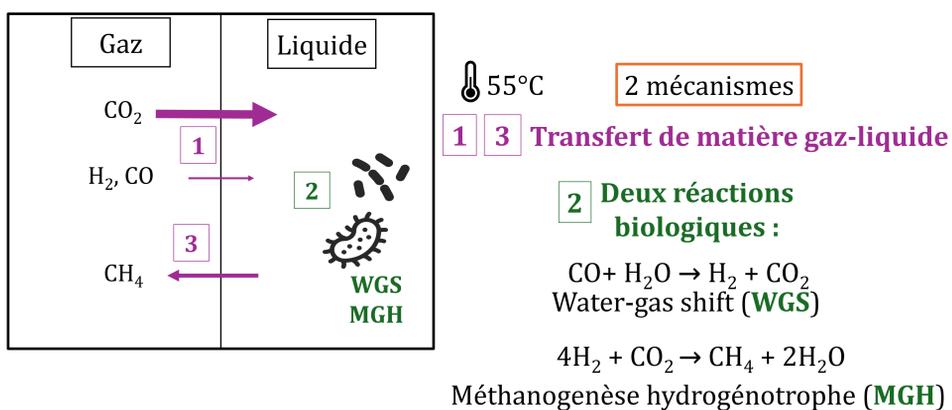
Méthanation biologique

Conversion du syngaz en méthane par un consortium microbien

Enjeu



Problématique



H₂ et CO sont peu solubles ! Ils sont rapidement consommés par les microorganismes par rapport à leur vitesse de transfert.

Le transfert de matière gaz-liquide est donc limitant.

Déterminer les paramètres biocinétiques doit se faire en régime de limitation biologique.

Conclusion et perspectives

Les **réacteurs conçus** et le **protocole** expérimental permettent de **s'affranchir de la limitation** par le transfert de matière. Le **modèle** permet de décrire la **dynamique** en **régime biologique** et en **régime de limitation par le transfert**.

Le dispositif expérimental va être utilisé pour déterminer les **paramètres biocinétiques** de la réaction du **water-gas shift** et étudier l'**effet inhibiteur** des **impuretés** du syngaz sur les réactions biologiques.

Vaincre la limitation par le transfert

Vitesse de transfert gaz-liquide du H₂ : $\frac{1}{V_L} \frac{dn_{H_2}}{dt} = -k_{L,H_2} a \times (K_{H,H_2} P_{H_2} - S_{H_2})$

Vitesse de consommation du H₂ : $r_{H_2} = \frac{X_{H_2}}{Y_{X/H_2}} \mu_m \frac{S_{H_2}}{K_{S,H_2} + S_{H_2}} \frac{S_{CO_2}}{K_{S,CO_2} + S_{CO_2}}$

En orange : Paramètres cinétiques à identifier

Augmenter la **pression partielle du H₂** et diminuer la **concentration en biomasse** sont les clés pour favoriser un **régime cinétique biologique**.

Matériel expérimental & modélisation

6 réacteurs batches

25 bars MAX

55°C

Agitation magnétique



Jumeau numérique MATLAB

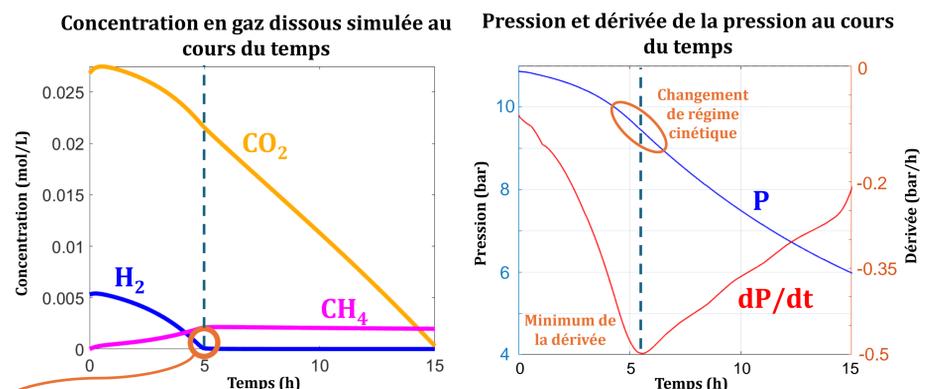
Système d'équations différentielles et algébriques :

Transfert de matière G-L

Réactions biologiques

Équilibres chimiques

Caractériser les régimes cinétiques

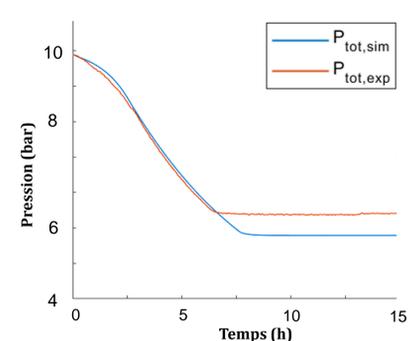
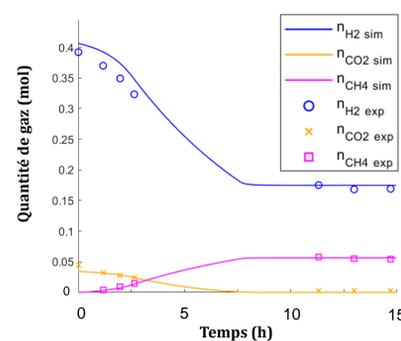


Transition **régime biologique** vers **régime de limitation par le transfert**

Résultats de l'ajustement paramétrique

Méthanogenèse hydrogénotrophe

X₀ = 50 mg/L - P_{H₂} = 10 bar - P_{CO₂} = 1,5 bar



Ajustement paramétrique avec la méthode des moindres carrés

$\mu_m = 0,37 \text{ h}^{-1}$ $k_{L,H_2} a = 4,64 \text{ h}^{-1}$
 Litt. [0,20 - 0,69 h⁻¹]
 $K_{S,H_2} = 1.10^{-5} \text{ mol/L}$
 Litt. [5,7.10⁻⁷ - 8,1.10⁻⁵ mol/L]