



Avec le soutien de



Développement d'un procédé de biométhanation pour la valorisation de CO₂
Collaboration Arkolia Energies – Laboratoire DEEP

R. TEIXEIRA FRANCO¹, D. AMAYA RAMIREZ¹, S. HATTOU¹, H. BENBELKACEM², P. BUFFIERE²

¹Arkolia Energies, ²Laboratoire DEEP – INSA Lyon



Stratégie de R&D mise en place



1. Benchmarking des procédés existants

Procédé innovant, configuration mature

2. Choix de la technologie

Optimisation technico-économique, montée en échelle à court terme

3. Du laboratoire à l'échelle industrielle

Pilote de biométhanation et modèle d'extrapolation

Avec le soutien de

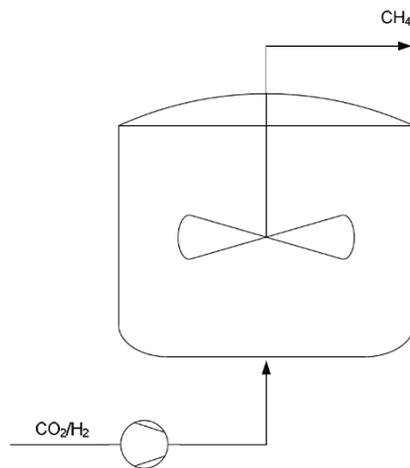


Benchmarking des procédés existants

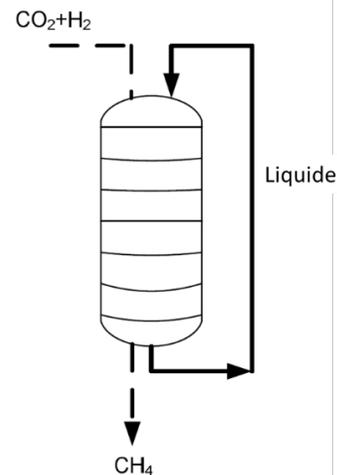
Réalisation d'un **état de l'art sur la biométhanation** et inventaire des différentes configurations de réacteurs gaz/liquide adaptées à ce procédé

Trois configurations retenues :

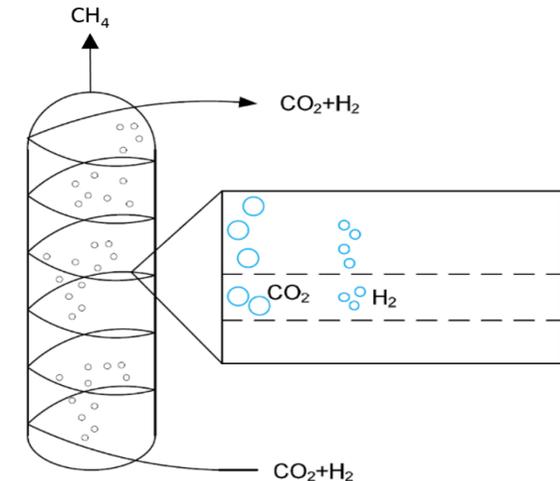
Réacteurs agités



Réacteurs à garnissage



Réacteurs à membranes



Avec le soutien de

Avec le soutien de



Choix de la technologie

Montée en échelle à court terme : technologie à membranes pas envisageable

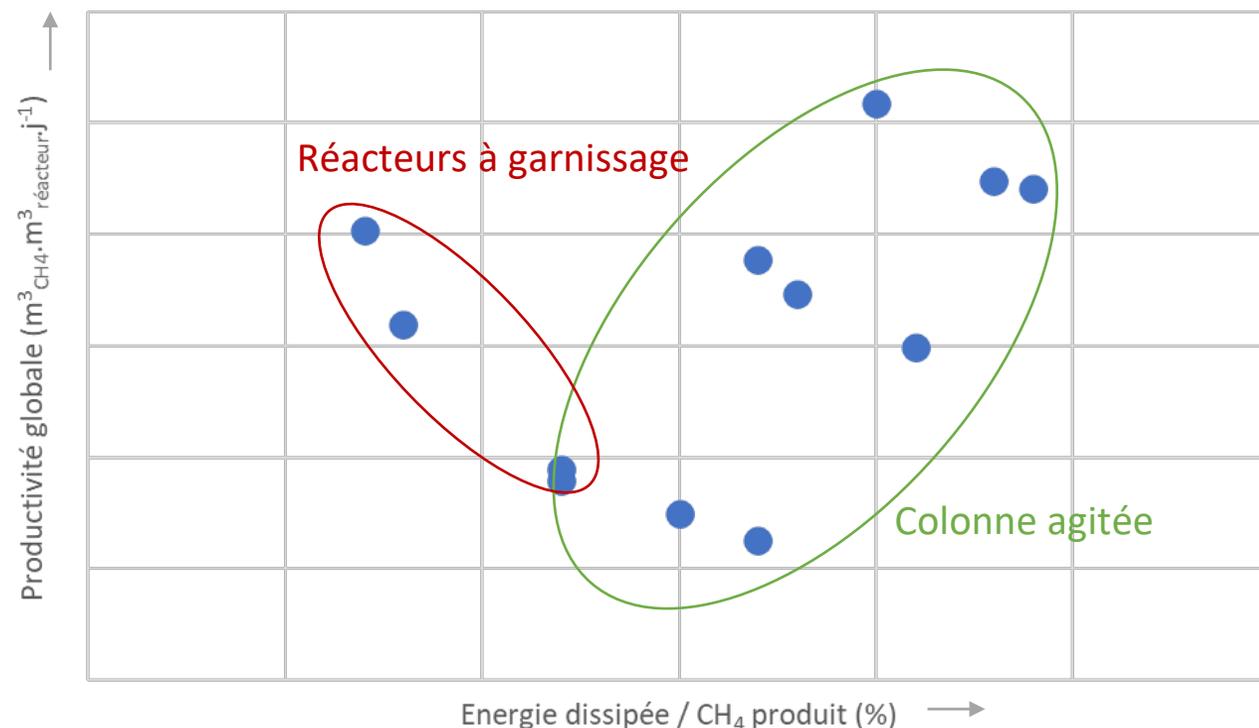
Pour les autres deux technologies des **modèles mathématiques** ont été développés et pré-calibrés avec des données des démonstrateurs existants

Comparaison des technologies :

- Performance production CH_4
- Economique
- Flexibilité du procédé

**Technologie
COLONNE AGITÉE**

Exemple:



Du laboratoire à l'échelle industrielle

Appuyé sur deux approches complémentaires :

3.1. Modélisation mathématique

3.2. Pilote de laboratoire

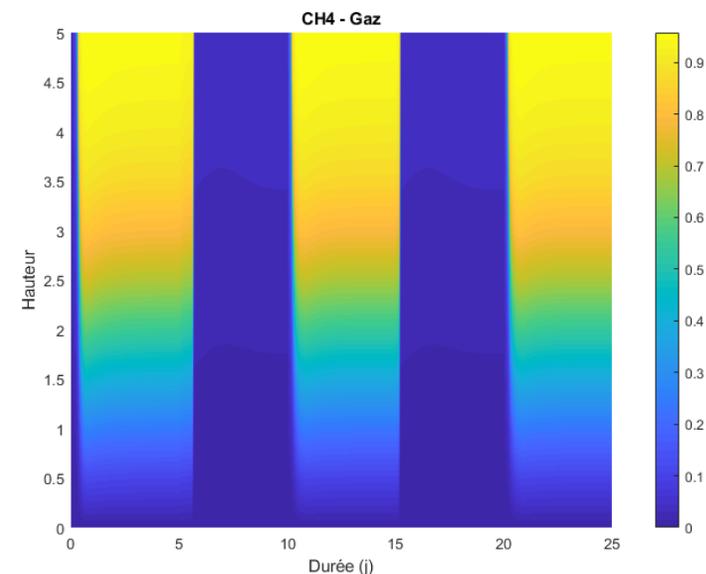
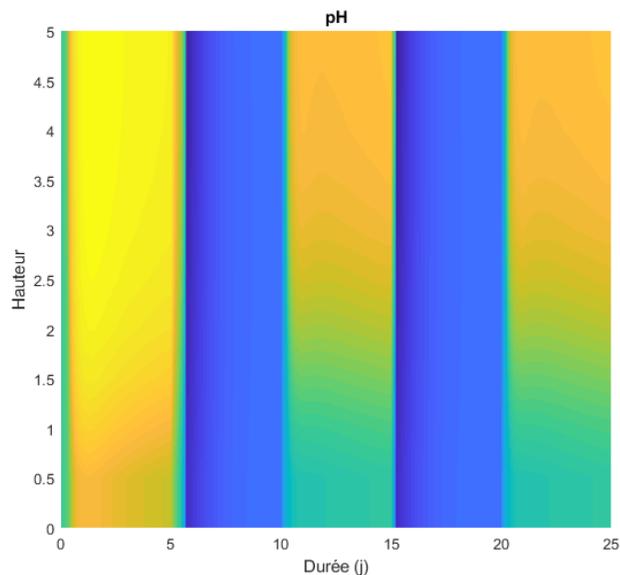
3.1. Modélisation mathématique

Outil de dimensionnement et pilotage des futures installations industrielles

Avec le soutien de



Permettant le **contrôle prédictif** des unités de biométhanation

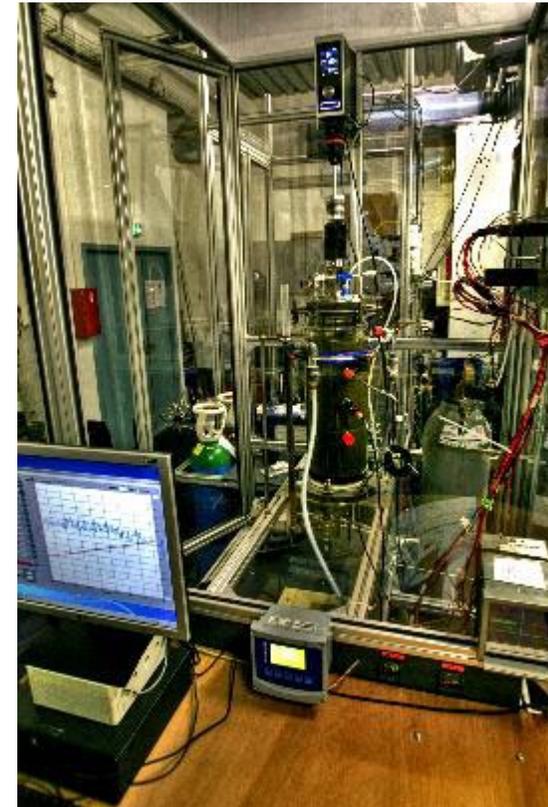


Du laboratoire à l'échelle industrielle

3.2. Pilote de laboratoire

Validation et calibration du modèle mathématique pour l'extrapolation du procédé
Première référence de biométhanation d'Arkolia Energies (INSA Lyon)

Avec le soutien de

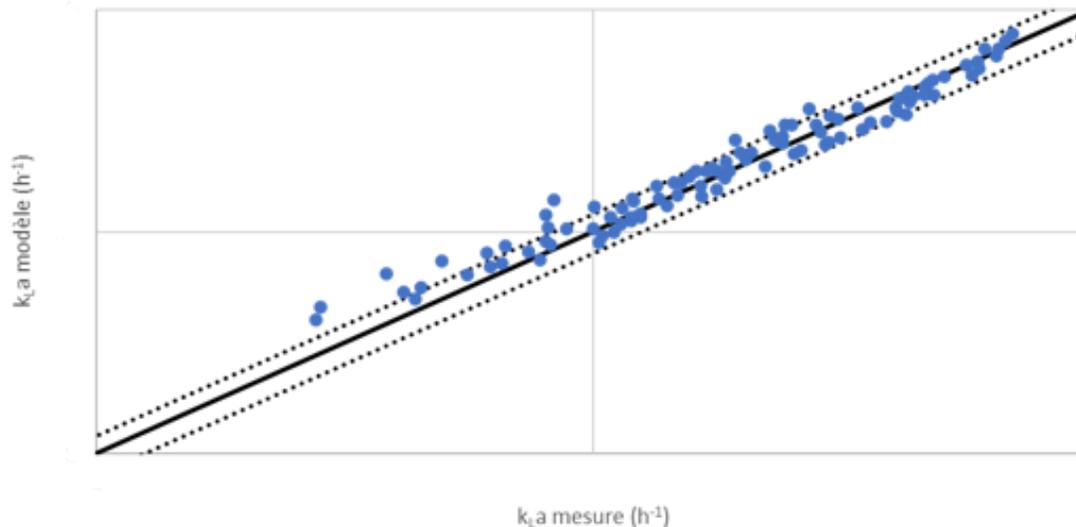


3.2. Pilote de laboratoire

Validation et calibration du modèle mathématique pour l'extrapolation du procédé
Première référence de biométhanation d'Arkolia Energies (INSA Lyon)

Caractérisation du transfert gaz-liquide (phénomène limitant)

Exemple: $k_L a$ (20°C): mesure vs. modèle



- Essais en **conditions abiotiques et de biométhanation**
- Caractérisation complète en respectant les **règles d'extrapolation** des procédés de dispersion gaz-liquide

$$k_L a = k \times P_V^a \times u_G^b$$

$$N_{H_2} = k_L a \times E \times (p_{H_2} H_{H_2} - S_{H_2,liq})$$

Avec le soutien de

Du laboratoire à l'échelle industrielle

3.2. Pilote de laboratoire

Validation et calibration du modèle mathématique pour l'extrapolation du procédé
Première référence de biométhanation d'Arkolia Energies (INSA Lyon)

Approche de biométhanation

Inoculum de départ = culture mixte
(boue anaérobie STEP)

Avec le soutien de



Biométhanation en
régime thermophile



**Simplification
milieu**

Archées = microorganismes très robustes
(croissance, adaptation aux conditions et cycles
on/off très rapides)

3.2. Pilote de laboratoire

Validation et calibration du modèle mathématique pour l'extrapolation du procédé
Première référence de biométhanation d'Arkolia Energies (INSA Lyon)

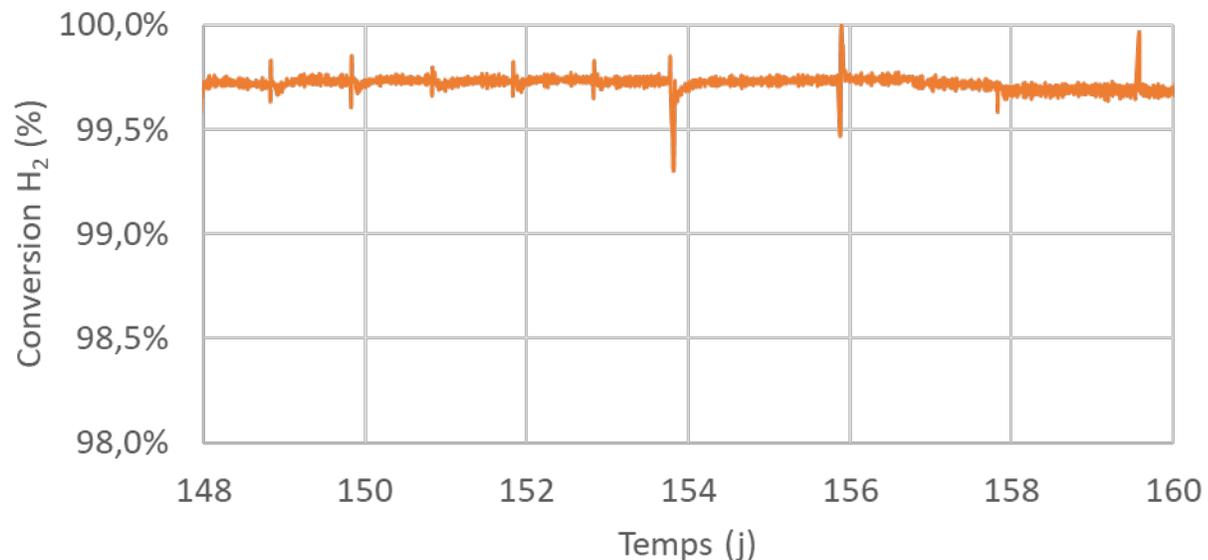
Bilan fonctionnement pilote de biométhanation

(> 7000 h de fonctionnement et > 10 Nm³ de CH₄ produit jusqu'à présent)

Avec le soutien de



Exemple:



- Technologie capable de produire un gaz avec débit et qualité constants (qualité biométhane (< 2% H₂) après prétraitement standard - H₂S, H₂O)
- Paramètres biologiques du modèle d'extrapolation calibrés (stoechiométrie, vitesse réactions, solution nutriments, simulation pH ...)

Point actuel et perspectives



Mise au point de la technologie de biométhanation (2018 – 2021)

Modèle d'extrapolation : développement, calibration et validation

Pilote de laboratoire : validation robustesse procédé (débit/qualité de gaz, nutriments, etc.)



Etudes finales de montée en échelle (2022 – 2023)

Pilotage biologique : optimisation nutriments/digestat, impuretés gaz/source CO₂, etc.

Optimisation design : en collaboration avec fournisseurs sur toute la chaîne PtM

Avec le soutien de



Projet de biométhanation en développement (2024 –)

Projet OCCI-BIOME : démonstrateur PtM avec couplage à la méthanisation agricole



Avec le soutien de



Merci de votre attention !

