

Perséphone : Colloque 29 novembre 2018

Production d'**E**nergies **R**enouvelables, **E**ngrais et **P**roduits

Harmonieux d'**O**rigines **N**aturelles

Intégration de la filière biogaz dans la nouvelle bioéconomie

Chef de file :



Projet européen INTERREG VA

- Cofinanceurs :



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures



- Ministerium für
Wirtschaft, Arbeit,
Energie und Verkehr

SAARLAND



Partenariat :

- 1 chef de file :



- 6 partenaires scientifiques :



- 5 installations :



- 2 partenaires industriels :



- 2 partenaires méthodologiques :



Le Biogaz: un stockage d'énergie renouvelable par l'introduction d'H₂ dans les biométhaniseurs

Philippe DELFOSSE

philippe.delfosse@uni.lu

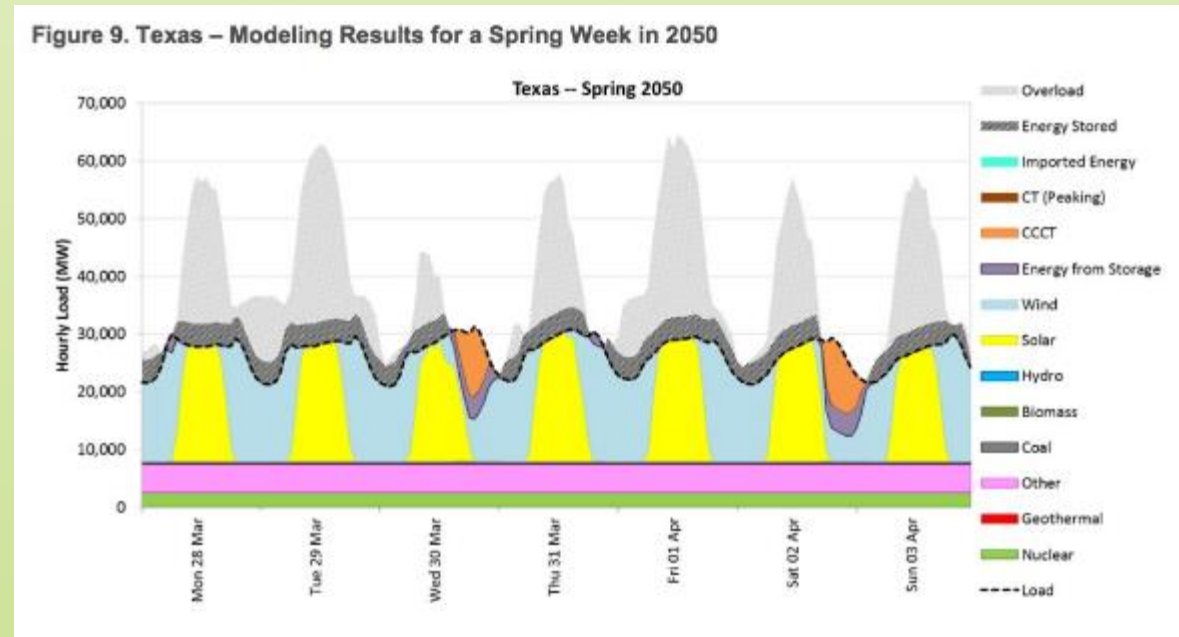
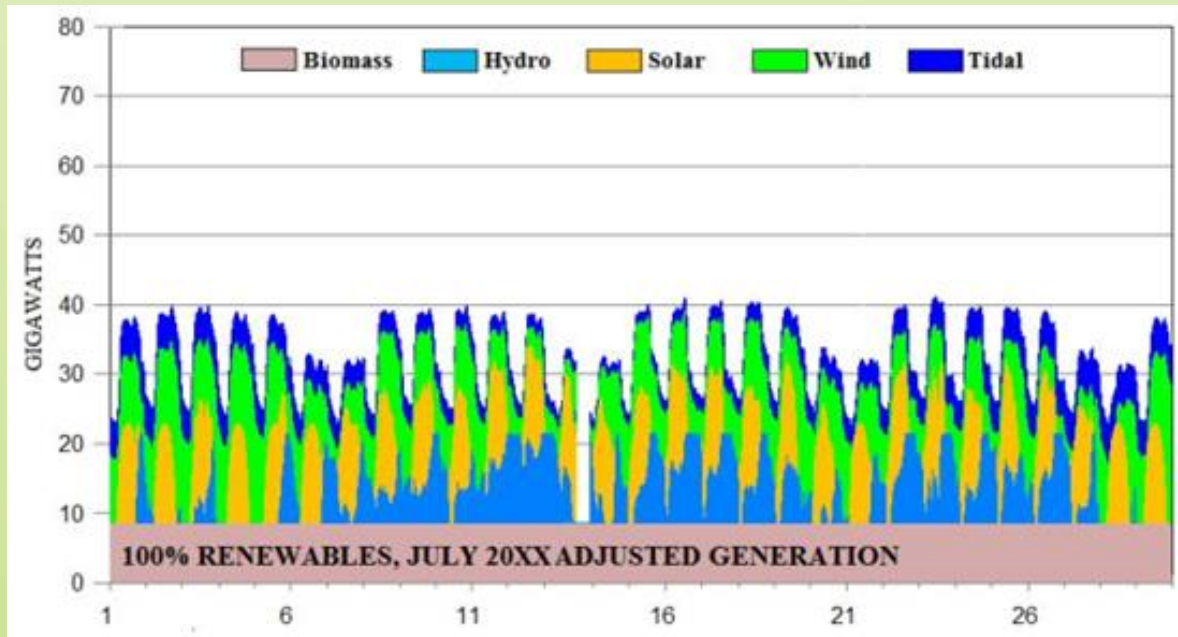
Sébastien LEMAIGRE

sebastien.lemaigre@list.lu

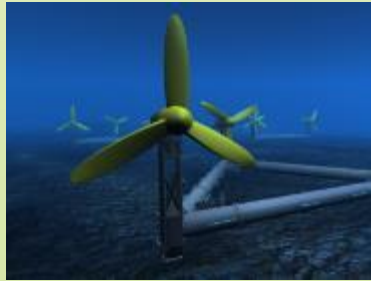


Pourquoi un besoin de stockage ?

- La plupart des énergies renouvelables sont intermittentes car liées à la présence de vent, de soleil, cycle lunaire (marées)



Technologies de stockage existantes?



**Production
Intermittente
d'électricité**

Stockage



Pompage - relargage
Très efficient
dépend du relief, saison,
impact environnemental



Cout, capacité, durée de
vie et recyclage



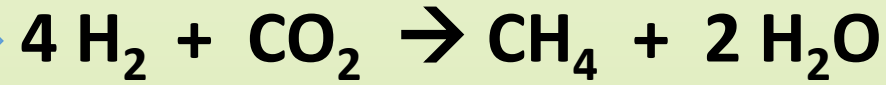
Power-to-gas (P2G)
Hydrolyse de l'eau en H₂
60% efficience énergétique
Stockage H₂ ???

Biométhanation

SABATIER

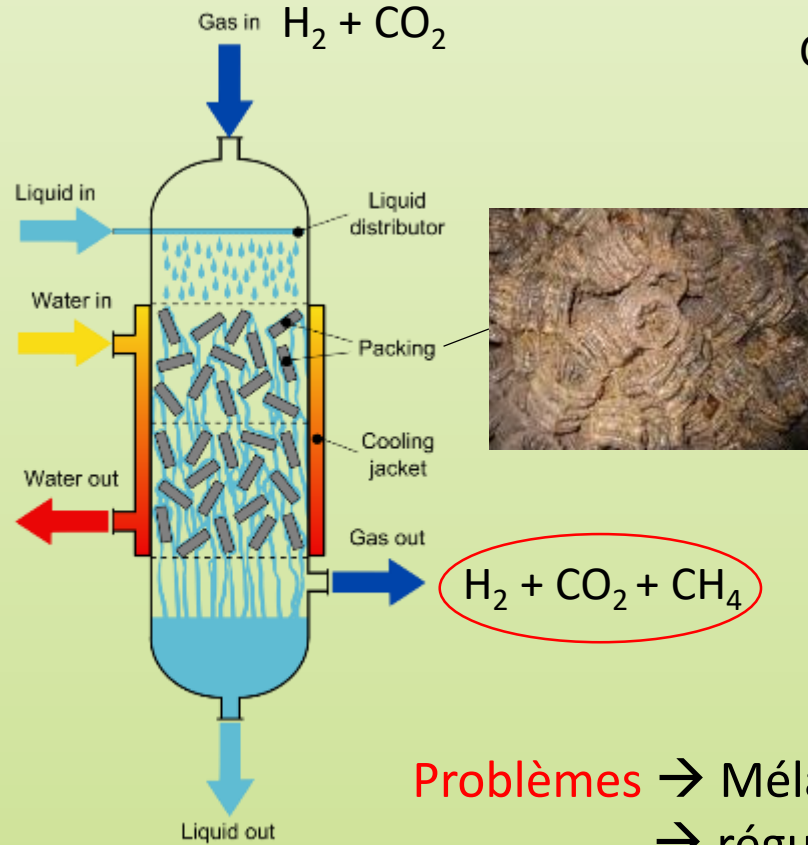
Ni

Microbiologie



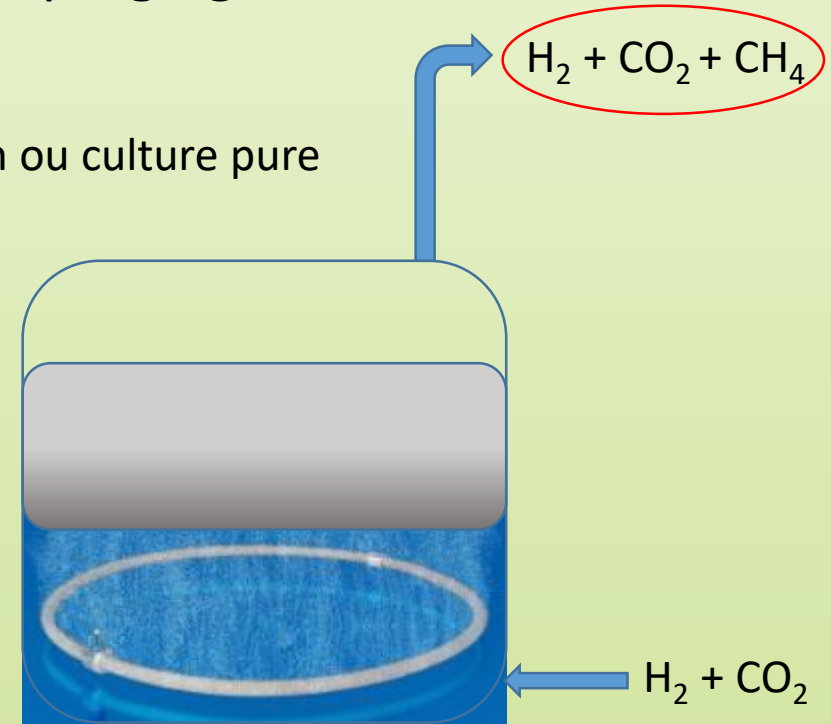
Labo : Biométhanations existantes

- Trickle bed reactor



- Gas sparging

Consortium microbien ou culture pure

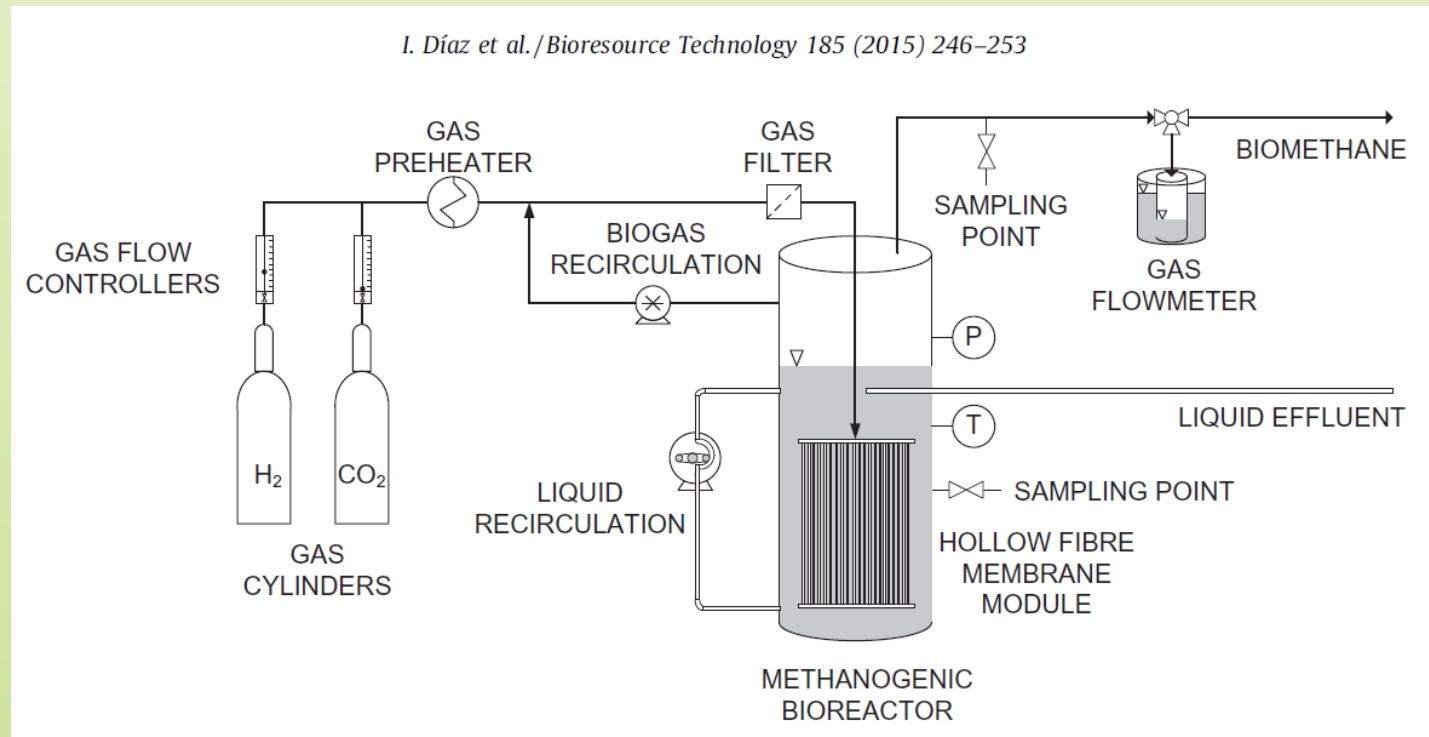


Problèmes → Mélange de gaz et risque de fuite de H₂ par les membranes EPDM ou PVC
→ régulation difficile de l'alimentation en H₂ (biologie)

Contrainte : MAX 2% H₂ dans le reseau de GN !!!

Labo : Biométhanations existantes

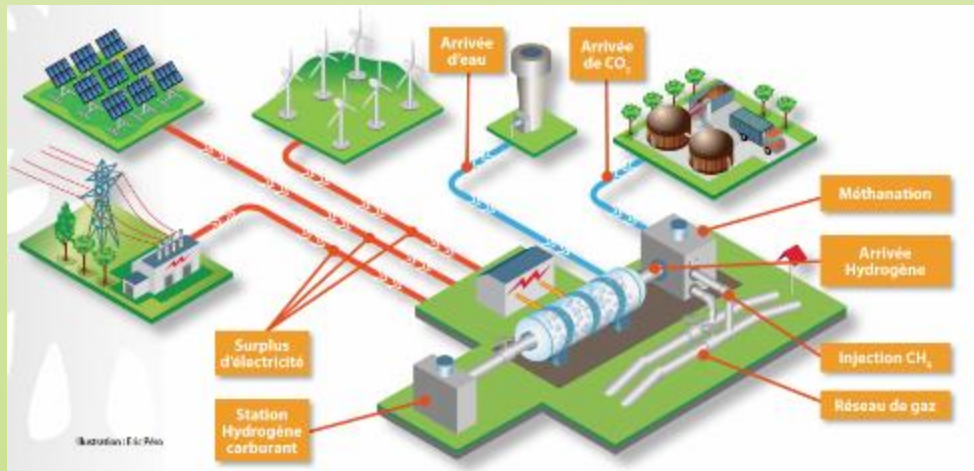
- Réacteur à fibres creuses (hollow fibre membrane reactor)



Problèmes → formation d'un biofilm sur les fibres bloquant la diffusion de H₂
→ Régulation difficile de l'approvisionnement en gaz (biologie)

Projets en cours

- ELECTROCHAEA GmbH (power-to-gas energy storage)
 - Projet “BioCat” €3.7 million (DK)
- ENSAIA : Pilote de la Bouzule (100 l)
- SOLAGRO → HYCABIOME (FR)



Biométhanation et Perséphone

- Mimique la syntrophie microbienne entre les méthanogènes et les acétogènes :
Diffusion d'Hydrogène à travers les parois microbiennes

Inventeurs : Philippe DELFOSSE, Magdalena CALUSINSKA, Sébastien LEMAIGRE

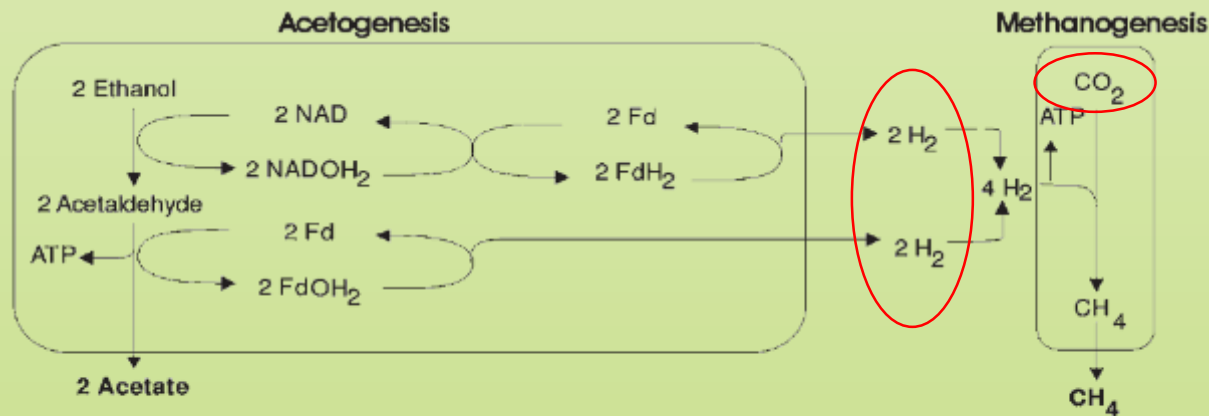
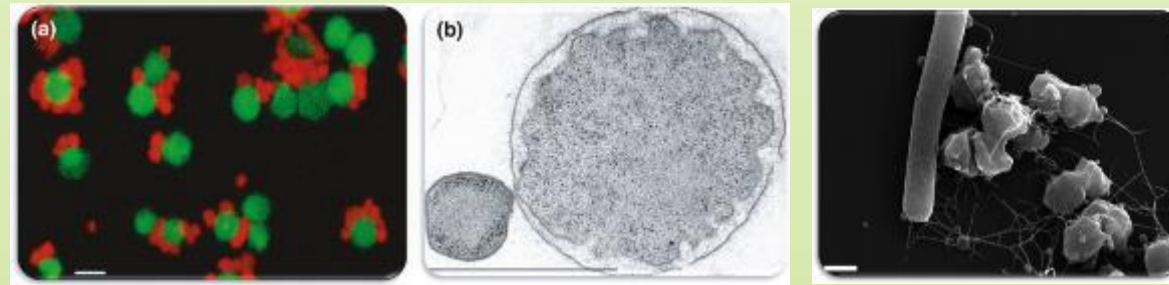


Figure 2.5 "Interspecies hydrogen transfer", as for example in a *Methanobacterium omelanskii* culture.⁵⁾

Biométhanation et Perséphone

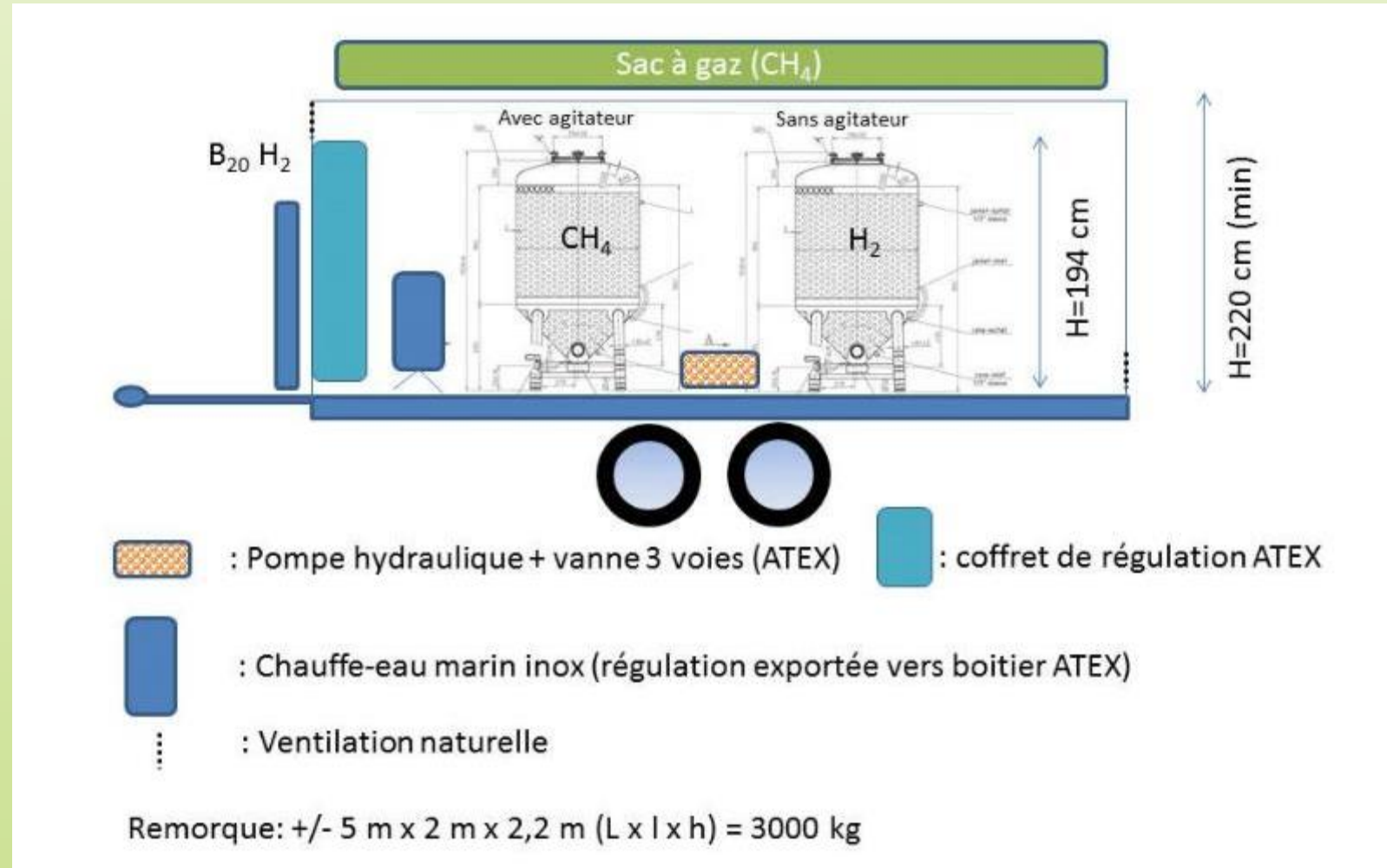
- Couplage d'une unité de biométhanation aux stations de biogaz existantes
- Évaluation de l'universalité/robustesse de la technologie grâce à un pilote mobile
- Suivi des populations microbiennes s'établissant dans l'unité de biométhanation (fct de la station de biogaz)
- Pilote flexible pouvant recevoir différentes techniques de diffusion d'H₂
- Suivi des paramètres métaboliques :
 - Consommation du CO₂
 - Augmentation du pH

Un prototype mobile

Buts multiples :

- Expérimentation *sur site*
- Spécificité microbienne
- Démonstration

→ Intégration des composants dans une remorque



Un prototype mobile

Sélection d'une remorque de type « fourgon » pour accommoder les composants

Exigences :

- Hauteur 2,25 m
- Longueur utile 6,01 m
- Largeur 2,44 m
- Poids total 3000 kg
- Volets mobiles latéraux et arrière



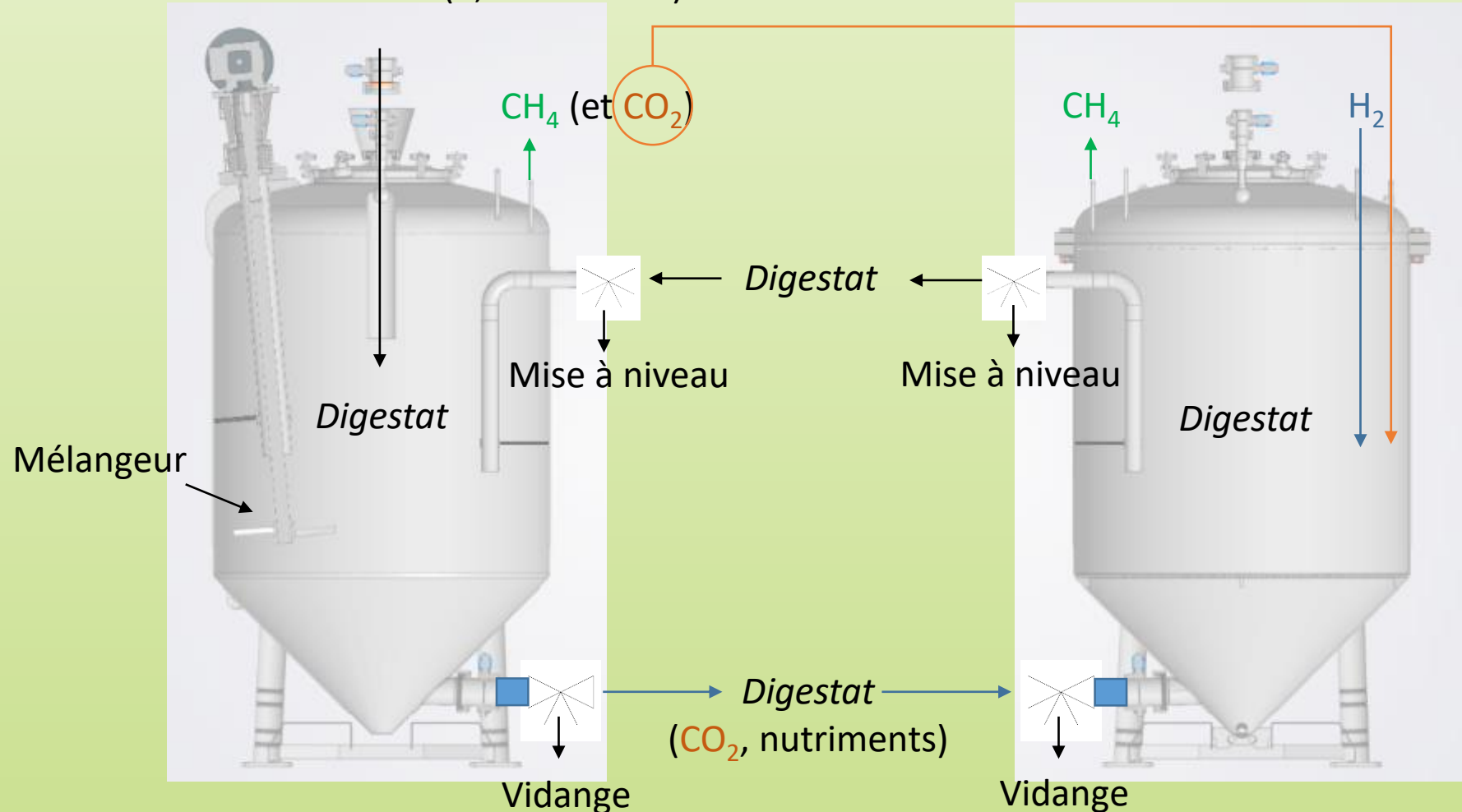
Deux réacteurs de 800 L

Réacteur CH₄

Alimentation substrat (C, nutriments)

Réacteur H₂

- 1 réacteur « CH₄ » simulant l'installation de biogaz sur site
- 1 réacteur « H₂ » convertissant le CO₂ en CH₄
- Chauffage à 37°C (double paroi)
- Acier inoxydable

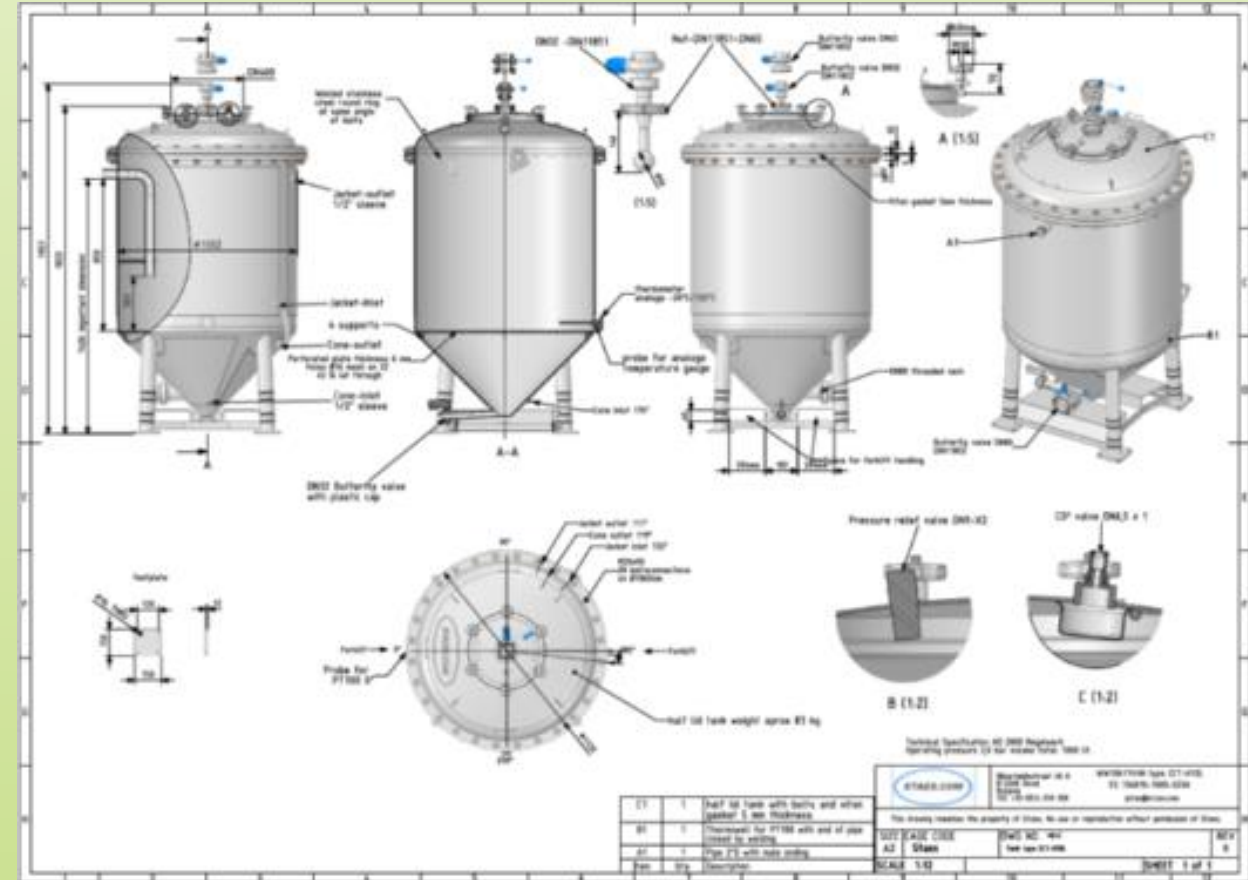
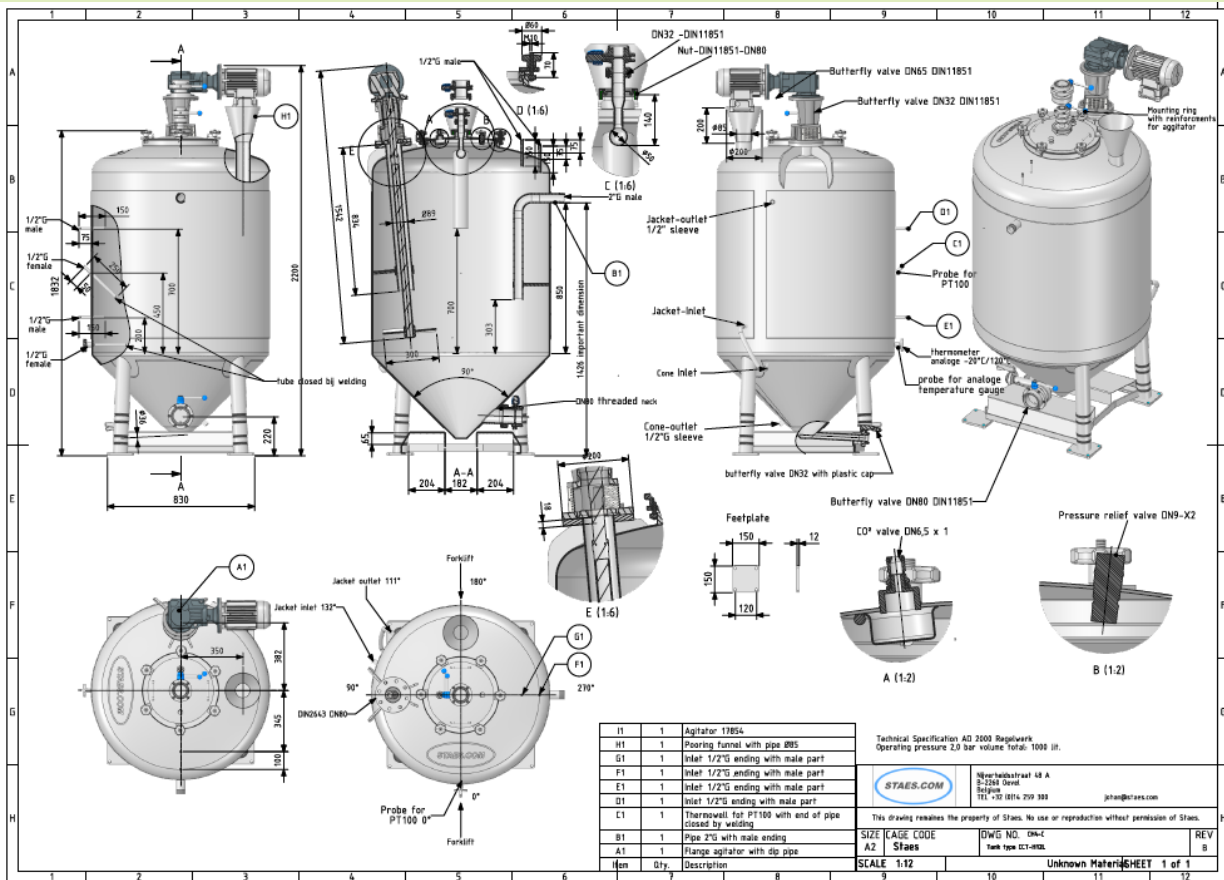


Deux réacteurs de 800 L

- Collaboration avec la firme Staes (B) sélectionnée sur la base du moins disant

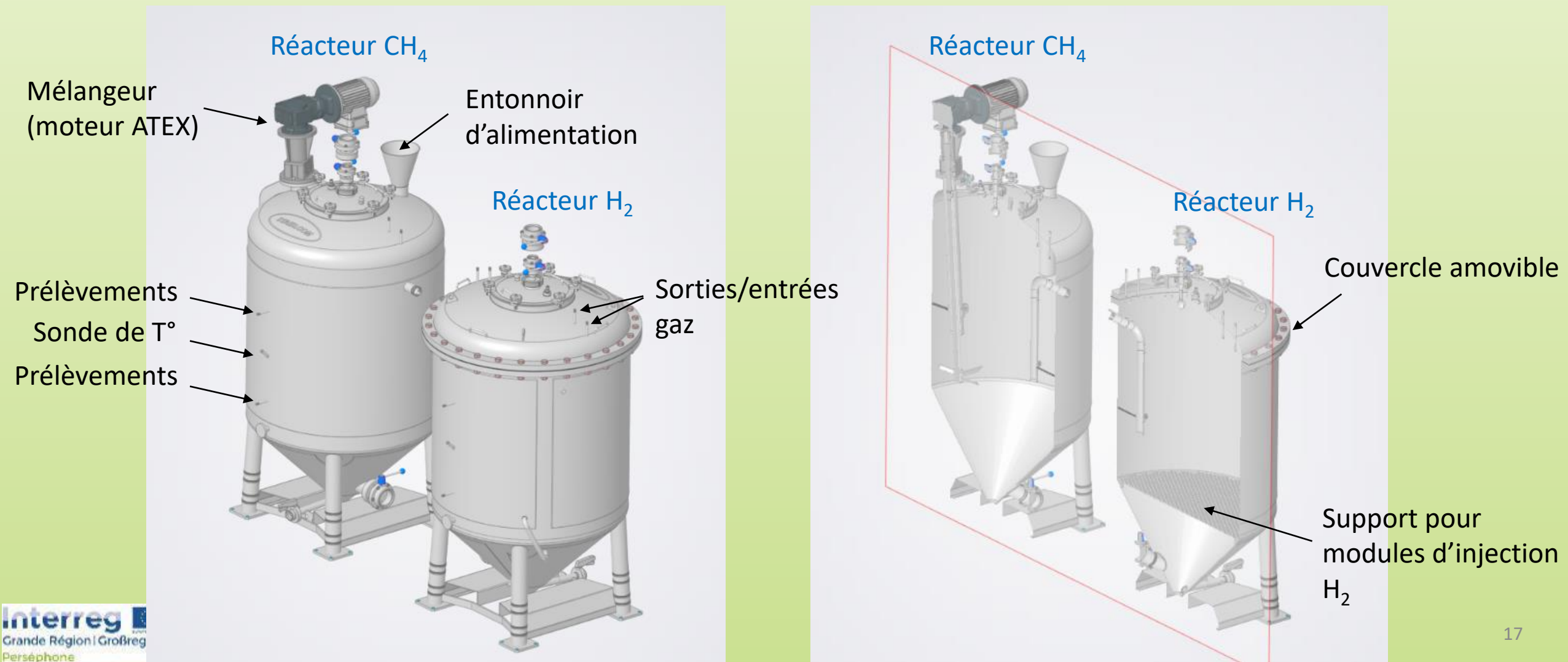
Réacteur CH₄

Réacteur H₂



Deux réacteurs de 800L

- Vues en 3D



Transfert de digestat

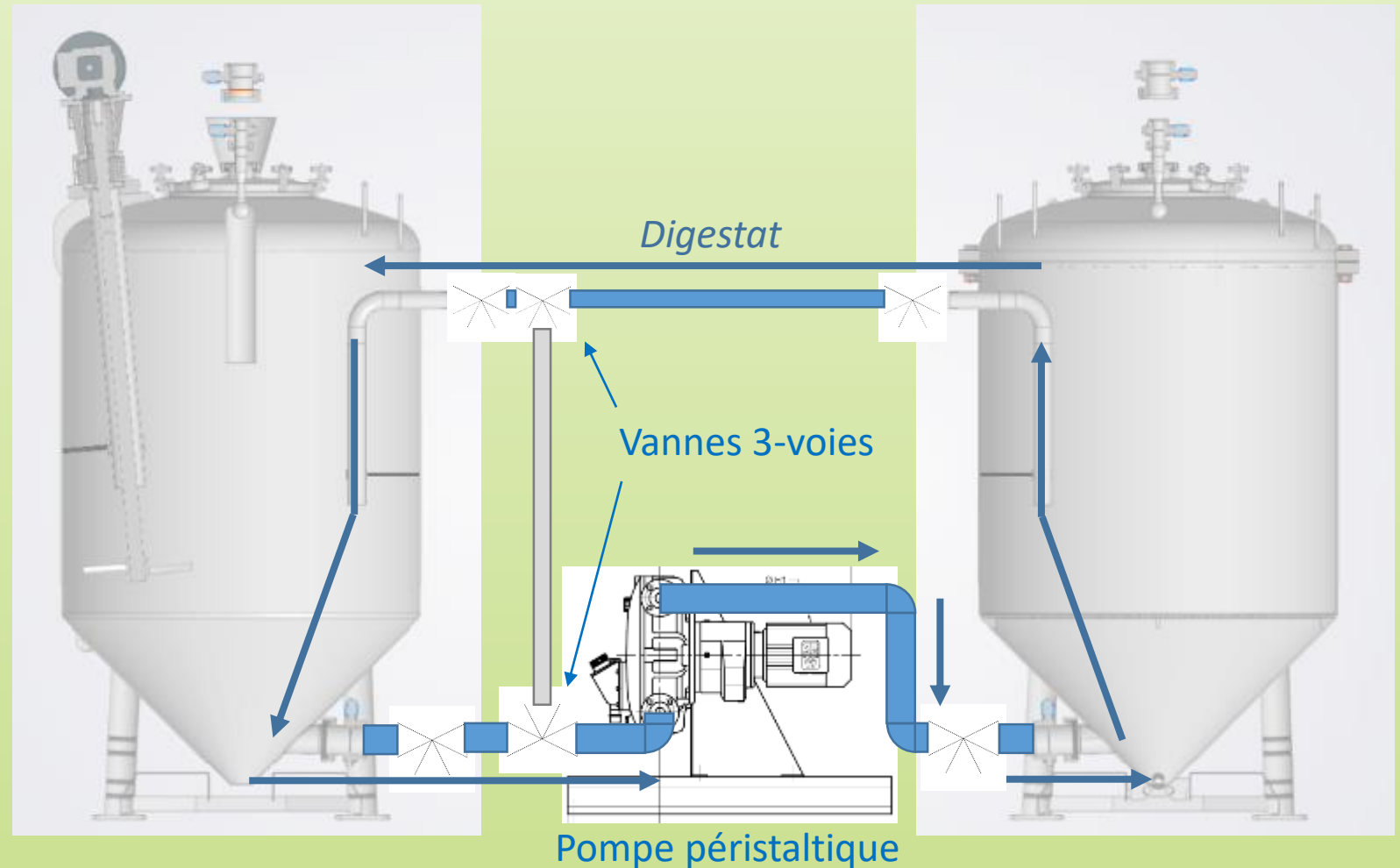
- Pompe péristaltique (ø35mm)



- Vannes 3 voies à commande électrique

Réacteur CH₄

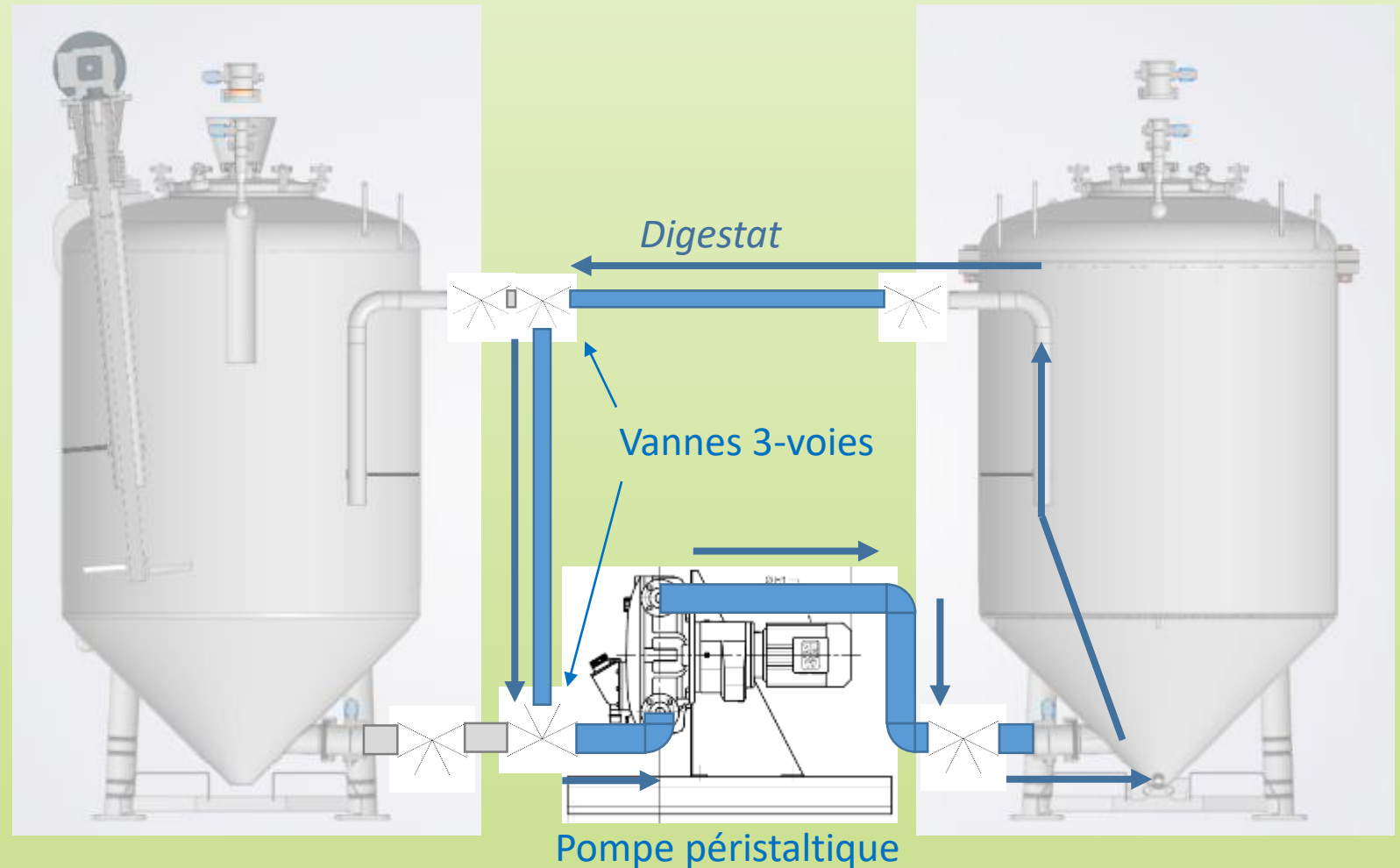
Réacteur H₂



Brassage du réacteur H₂

Réacteur CH₄

Réacteur H₂



- Pompe péristaltique (ø35mm)

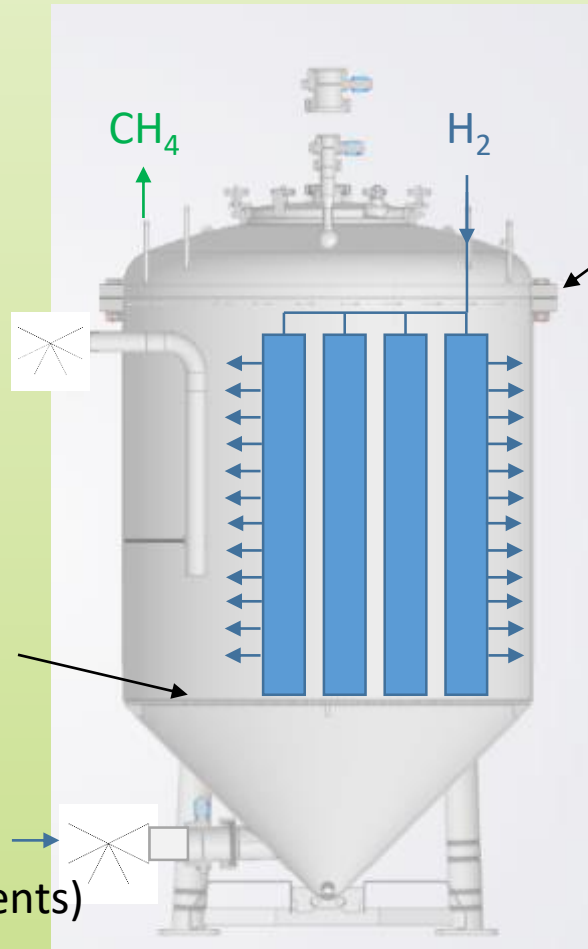


- Vannes 3 voies à commande électrique

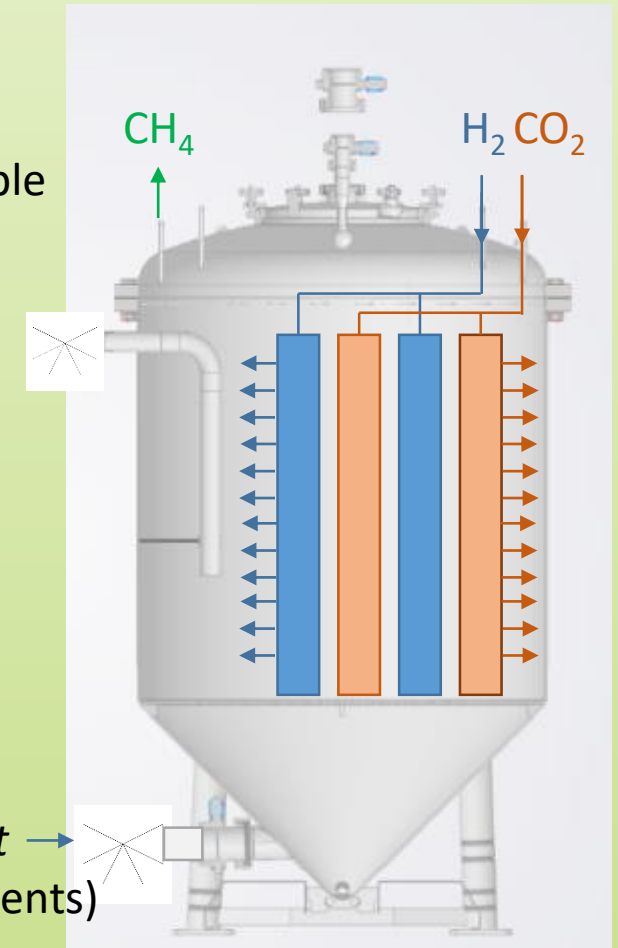
Injection d'hydrogène/CO₂ dans le réacteur H₂

- 55 modules d'injection individuels
- Design versatile pour expérimentation

Injection d'H₂



Injection d'H₂ et de CO₂



OU

Support pour modules d'injection

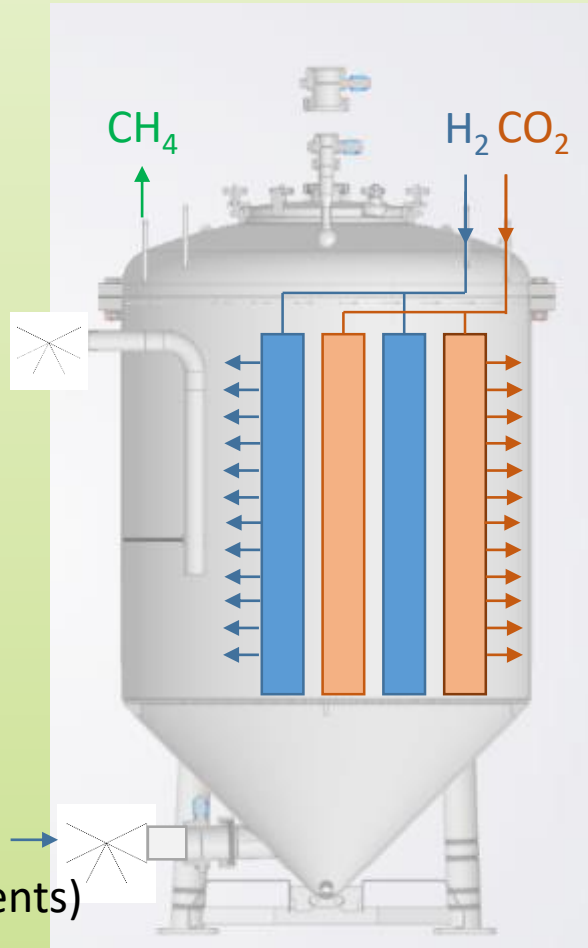
Digestat (CO₂, nutriments)

Digestat (CO₂, nutriments)

Réacteur H₂: optimisation de la biométhanation (automatisme)

Suivis :

- Populations microbiennes (Archae et Acétogènes)
- Adaptation des supports et techniques de diffusion des gaz



Entrées (à mesurer) :

- Débit de gaz produit
- [H₂]_{gaz} et [CO₂]_{gaz}
- pH_{digestat}, TIC (CO₂ dissout)

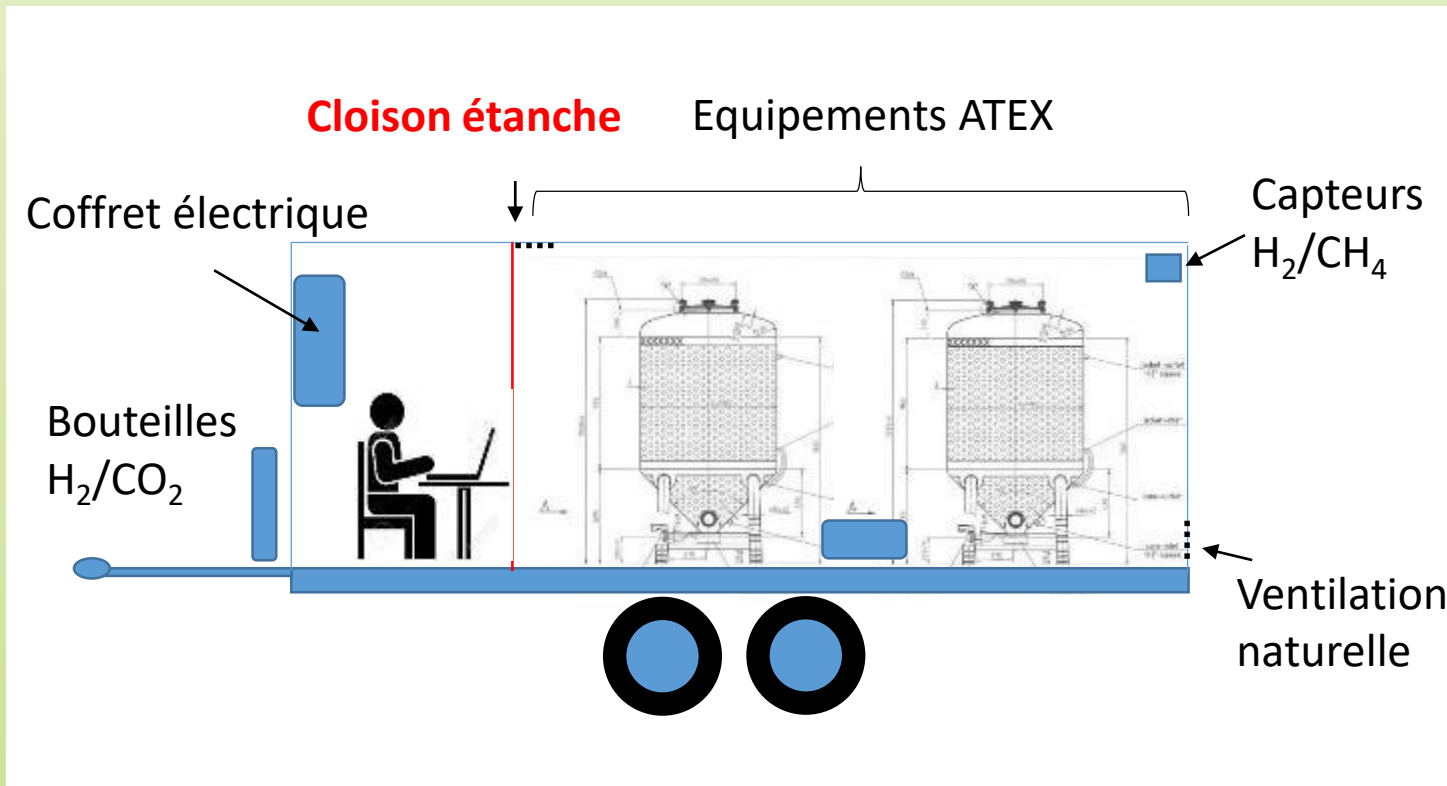
Sorties (à réguler) :

- Débit d'apport d'H₂ et de CO₂ gazeux
- Débit d'apport de digestat

→ Automatisme à développer basé sur l'expérimentation

Sécurité (dégagement accidentel possible H₂ / CH₄)

- Validation continue de la conception par Luxcontrol



- Equipements électriques à la norme ATEX



Chauffe-eau



Pompe péristaltique



Circulateurs

+ Moteur mélangeur



Merci de votre attention



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures



Ministerium für
Wirtschaft, Arbeit,
Energie und Verkehr

SAARLAND

