



TECHNOLOGIE ECOEFFICIENTE D'EPURATION DE BIOGAZ POUR PETITS MÉTHANISEURS AGRICOLES PAR ABSORPTION G-L

J. LEMAIRE, S.R. CHAVAN, F. DUVAL,
V. POZZOBON, P. PERRÉ



en partenariat avec



Contexte

- Grand gisement de biomasse disponible pour produire du biogaz
- Majorité des gisements petits et dispersés (unités agricoles < 250 Nm³/h)
- Demande en énergie/gaz souvent éloignée ou diffuse (villes / campagnes) et asynchrone
- Conversion en électricité et chaleur accompagnée de perte énergétique

➤ **Besoin d'une solution de transport et de stockage plus efficace**

Contexte

- **Intérêt de l'épuration du biogaz pour l'injection réseau ou les applications mobilités (BioGNV)**
- Bénéficiaire du réseau existant pour le transport, le stockage et la distribution du biométhane
- Objectif 10% de gaz renouvelable dans les réseaux à l'horizon 2030 (Loi Transition Energétique)
- Renforcé par les perspectives plus ambitieuses des distributeurs (30%)
 - **Besoin d'une technologie + économique, durable, compacte et simple pour petites unités**

Technologies actuelles

- Plusieurs milliers de publication et centaines de brevet sur l'épuration du biogaz
- 4 principales familles concurrentes :

Absorption G/L

Lavage à l'eau, aux amines
ou solutions alcalines

Perméation gaz.

Membrane sélective

PSA

Pressure Swing
Adsorption

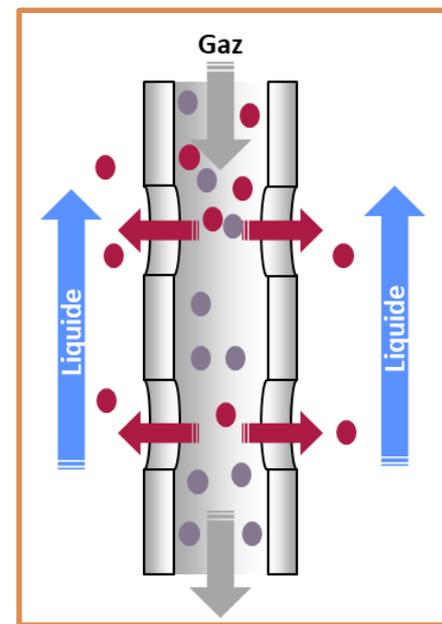
Cryogénie

Distillation

- CAPEX encore trop élevé pour petites unités
> 5000 € par Nm³/h de biogaz (< 100 Nm³/h)
- Thèse de V. Fougerit (2014-2017) : Epuration du biogaz
- Thèse de S. Chavan (2018-2021) : Epuration de syngaz

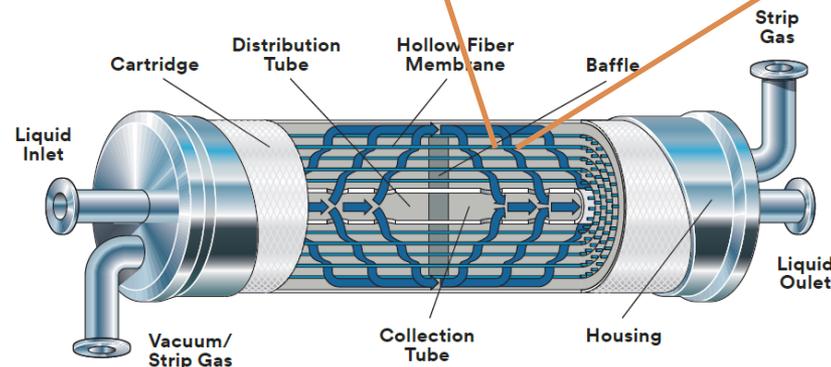
Absorption G/L à contacteurs membranaires

- Même géométrie qu'un échangeur à tubes et à calandres
- Le gaz circule dans les fibres creuses et le liquide entre les fibres
- Les fibres poreuses permettent un échange gaz / liquide



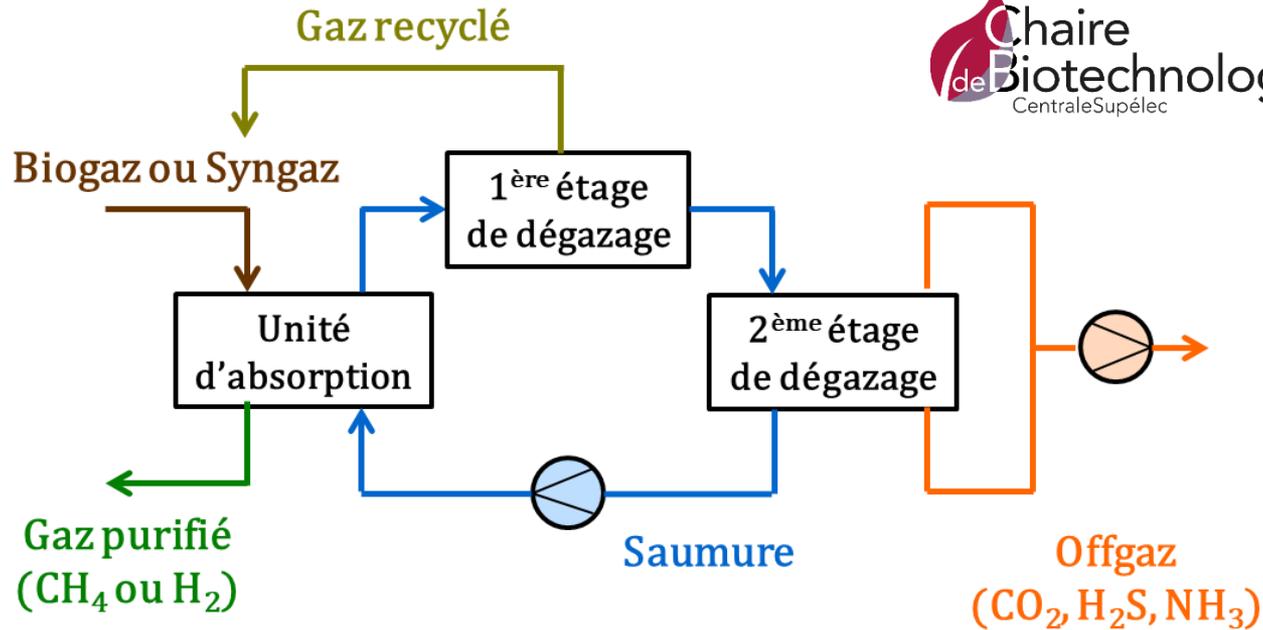
Caractéristiques techniques principales :

- Diamètre externe des fibres 220 à 300 μm
- Epaisseur $\approx 80 \mu\text{m}$
- Diamètre de pore 30 nm
- Fabriqué dans un matériau hydrophobe
- Surface spécifique jusqu'à 4000 m^2/m^3



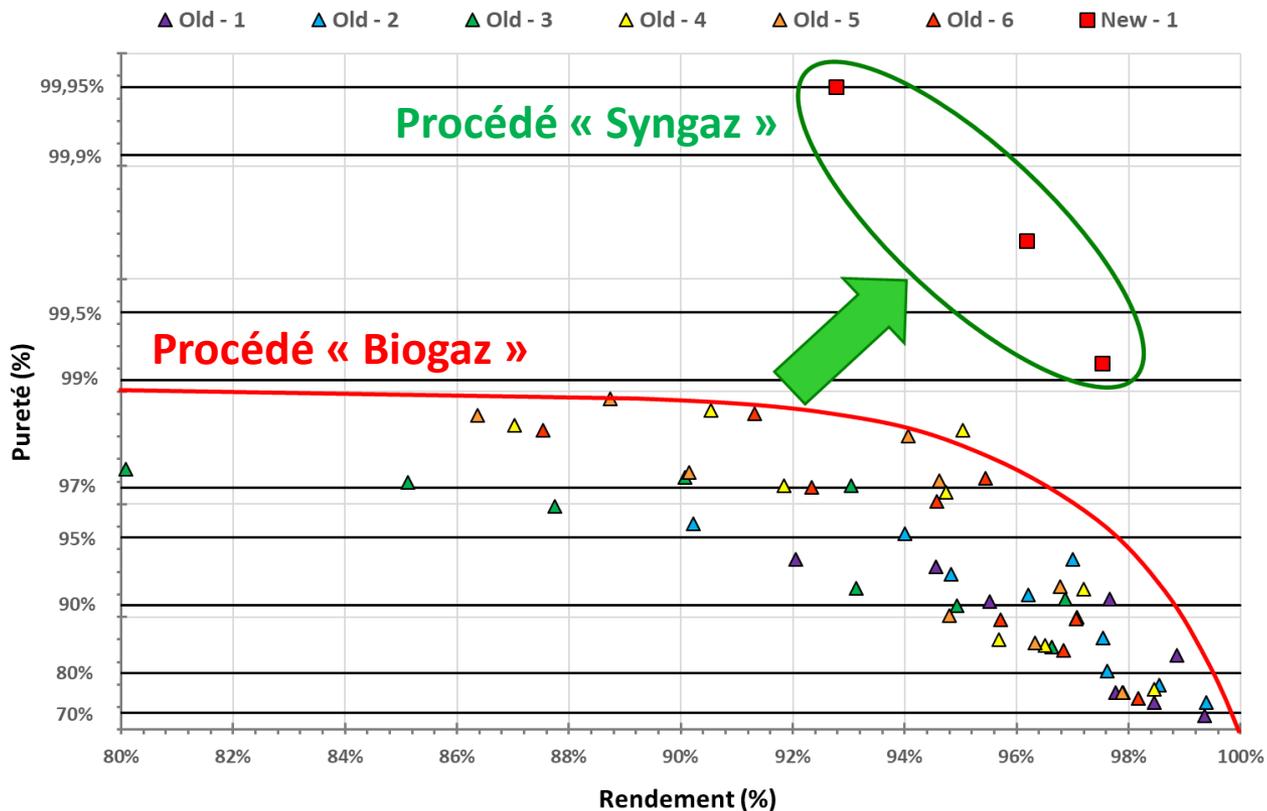
3M | Liquid-Cel™

Procédé développé



- Compact, modulaire, robuste, simple à mettre en œuvre
- Gain d'énergie de compression du liquide
- Faible CAPEX < 5000 €/(Nm³/h) de biogaz
- Energie consommé faible ≈ 0,2 kWh/Nm³ de biogaz

Performances actuelles



- Optimum CH₄ : 97,5% de pureté et 98,5% de rendement
- Nouveau procédé « Syngaz » : Pureté H₂ > 99,97%

Développement et perspectives

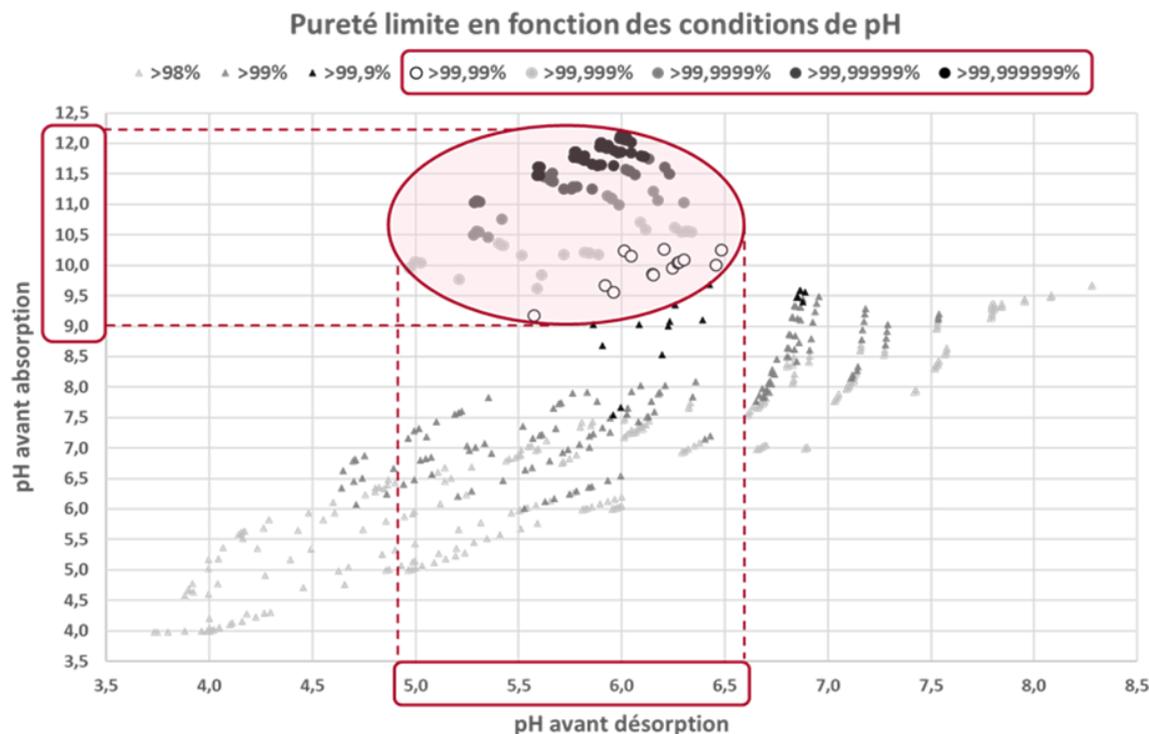
TRL **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9**

- Prototype de labo testé en environnement réel
 - Jusqu'à 500 NL/h de biogaz
 - 3 semaines d'essais en ferme avec biogaz agricole brut
 - Brevet FR1751805 (2017) pour le procédé « Biogaz »
 - Brevet FR2000593 (2020) pour le procédé « Syngaz »
- **Démonstration à l'échelle réelle (35 Nm³/h de biogaz)**
 - **Optimisation procédé « Syngaz »**
 - **Test d'autres contacteurs**
 - **Autres applications avec ou sans valorisation du CO₂**



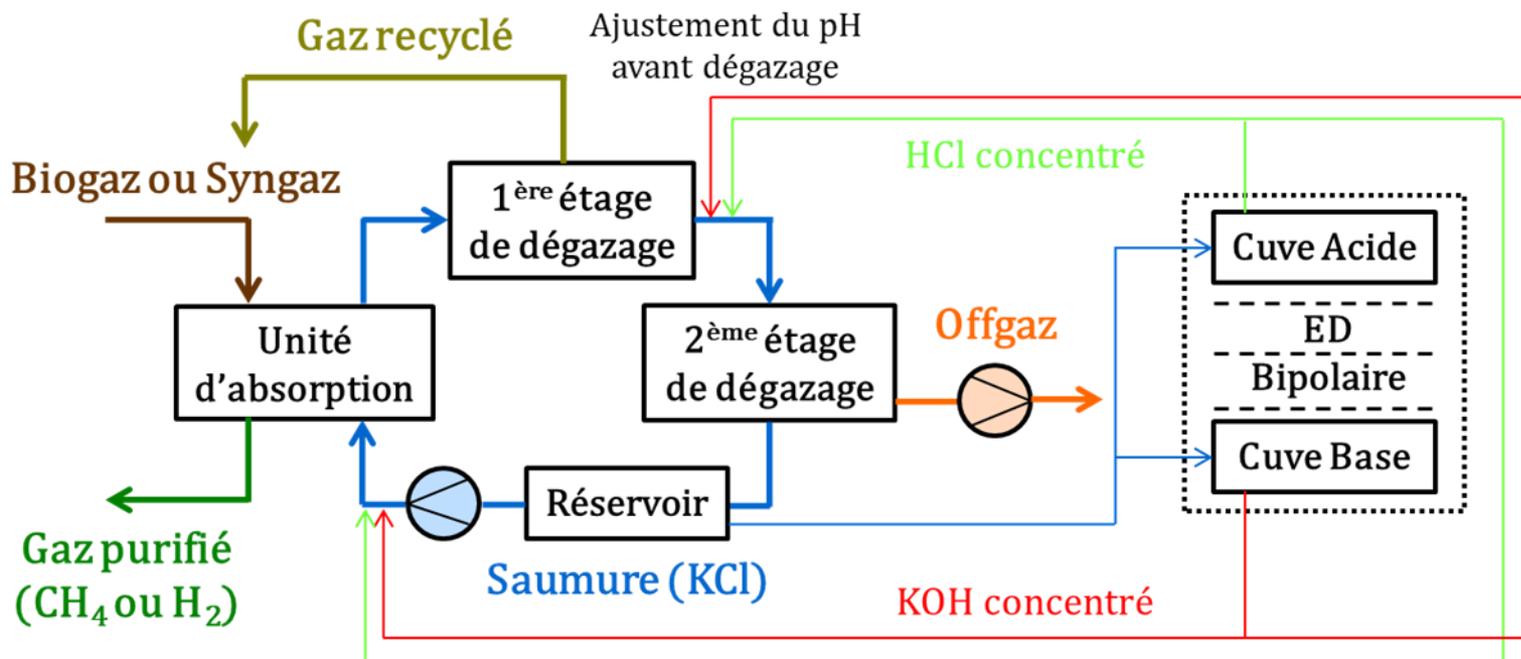
Retour sur le Procédé « Syngaz »

- Modélisation pour identifier le verrou
 - ✓ Transfert gaz-liquide et hydrodynamique au sein des contacteurs
 - ✓ Equilibre d'absorption G/L et acido-basique
- **Verrou = CO₂ résiduel dû aux variations de pH**



Retour sur le Procédé « Syngaz »

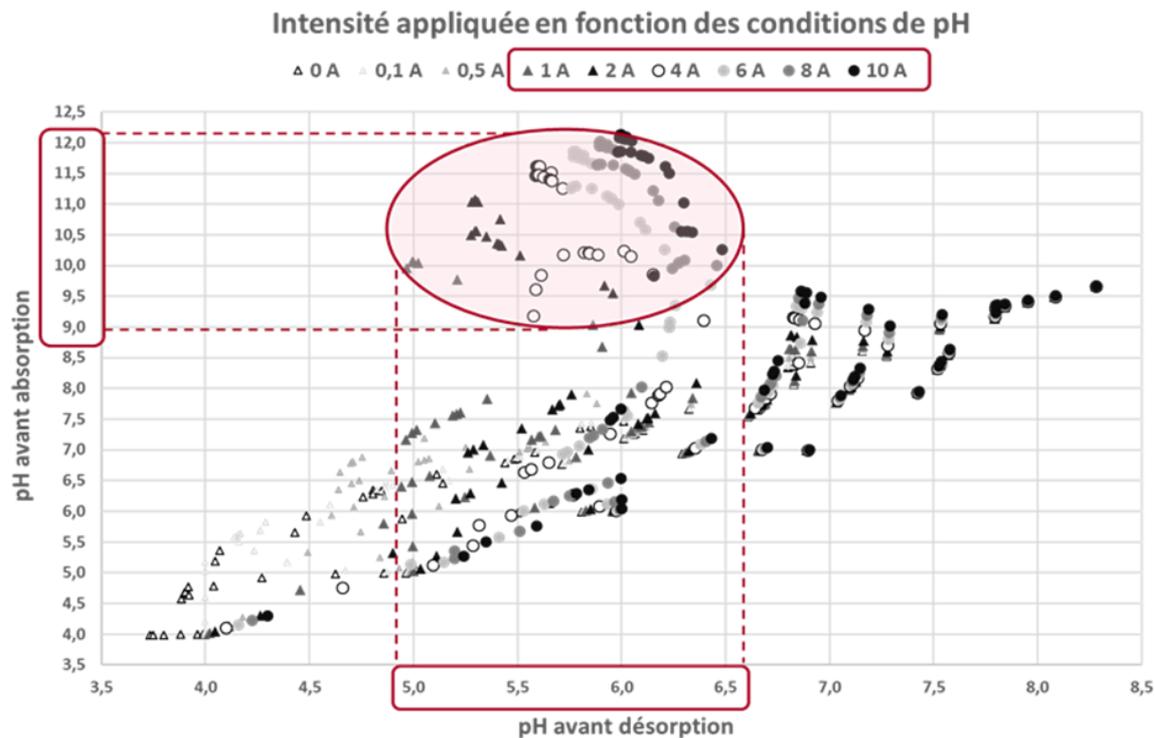
- Recherche d'une solution pour lever ce verrou
 - ✓ Simple à mettre en œuvre
 - ✓ Faible augmentation du CAPEX et OPEX
 - ✓ Faible impact : procédé sobre et durable



Ajustement du pH
avant absorption

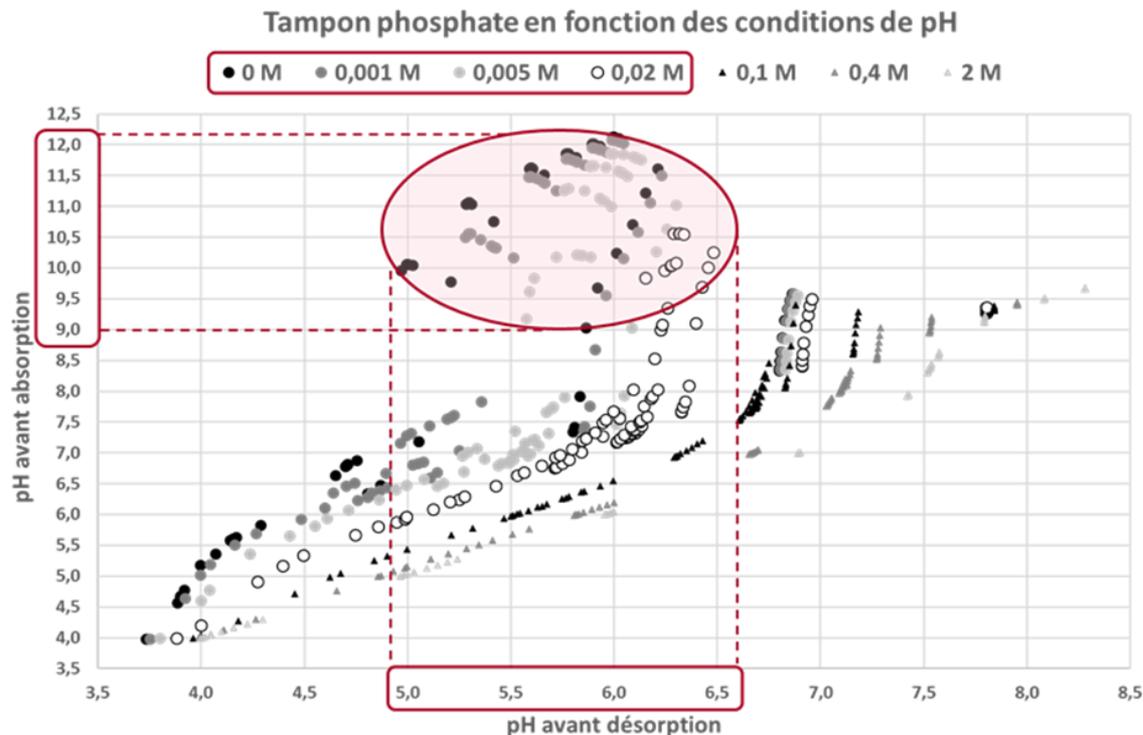
Retour sur le Procédé « Syngaz »

- Preuve de concept par modélisation
 - ✓ CO_2 résiduel < 100 ppm
 - ✓ H^+/HO^- générés < 20 % du CO_2 transféré
 - ✓ Rendement H_2 > 98%



Retour sur le Procédé « Syngaz »

- Procédé innovant à contre-courant de l'état de l'art
 - ✓ Choix d'une saumure → plus faible capacité d'absorption du CO₂
 - ✓ Meilleure sélectivité CO₂/H₂ → meilleur rendement
 - ✓ Dégazage plus facile → meilleure pureté
 - ✓ Optimal pour ED Bipolaire → faible conso énergétique





Merci pour votre attention

en partenariat avec

