

fête de la Science

Des épluchures au biogaz : la magie de la méthanisation

Thierry RIBEIRO, Xiaojun LIU, Sorosh SAMIEI

UR Transformations intégrées de la matière renouvelable

Département Génie des procédés industriels

Université de technologie de Compiègne

08 – 11 octobre 2026
Compiègne

Définition

La **méthanisation** (encore appelée « **digestion anaérobie** ») est la **transformation** de la **matière organique** en **biogaz**, composé principalement de **méthane (CH_4)** et de **dioxyde de carbone (CO_2)**, et en digestat par un **consortium microbien** fonctionnant en **anaérobiose**



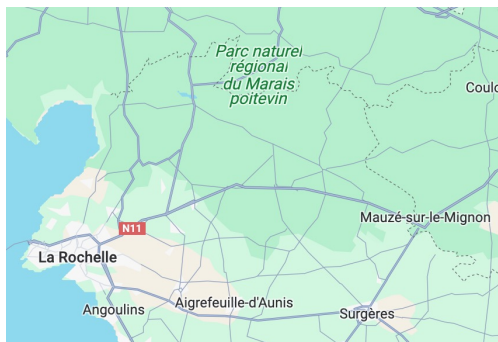
(Moletta, *La méthanisation*, 2015)



Histoire de la méthanisation

- Les microorganismes méthanogènes sont apparus très tôt dans l'histoire de la terre
- 10e siècle avant J.-C., le biogaz est utilisé pour chauffer l'eau en Assyrie

- Volta en 1776 a trouvé une relation entre la quantité de matière en décomposition et la quantité de gaz inflammable produite (gaz des marais)



- Lavoisier (1787) dit que le gaz de Volta est "gas hydrogenium carbonatrum", c'est-à-dire composé de carbone et d'hydrogène

Histoire de la méthanisation

- 1859 : Premier digesteur construit à Bombay dans une colonie de lépreux
- 1895 : L'Angleterre développe une fosse septique pour la ville d'Exeter afin d'utiliser le biogaz pour l'éclairage
- 1907 : Imhoff Allemagne - brevet délivré pour la cuve Imhoff
- 1940 : la digestion du fumier pour produire du méthane se développe en France avec le digesteur Ducellier-Isman et en Allemagne autour de la Seconde Guerre mondiale



digesteur agricole et cuisinière alimentée en gaz de fumier¹⁷ (1952)

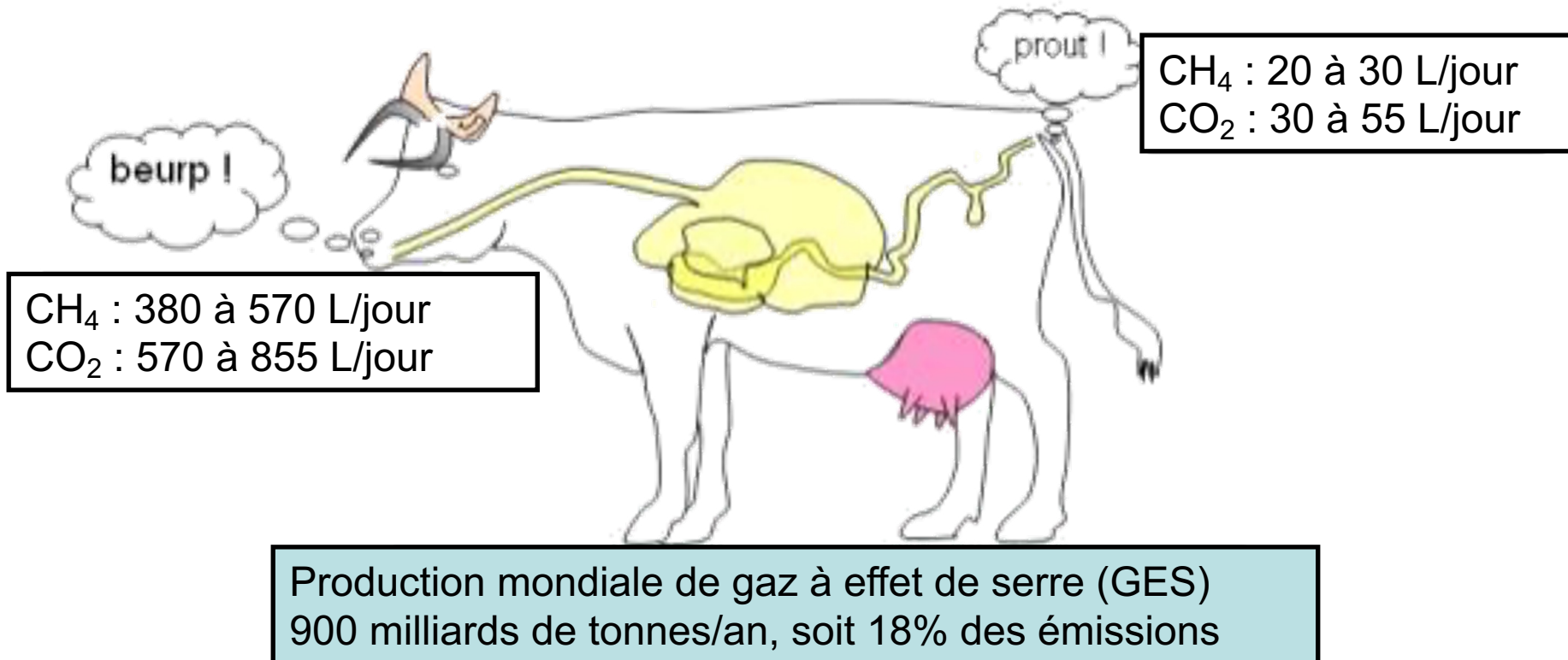
Histoire de la méthanisation



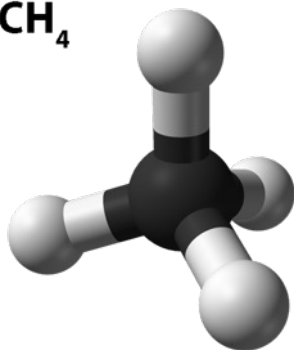
Source : Wellinger,2010; Johannes,2010



Phénomène naturel au niveau du tractus intestinal des organismes vivants :
Humains, ruminants, termites



Qu'est-ce que la méthanisation?



Méthane

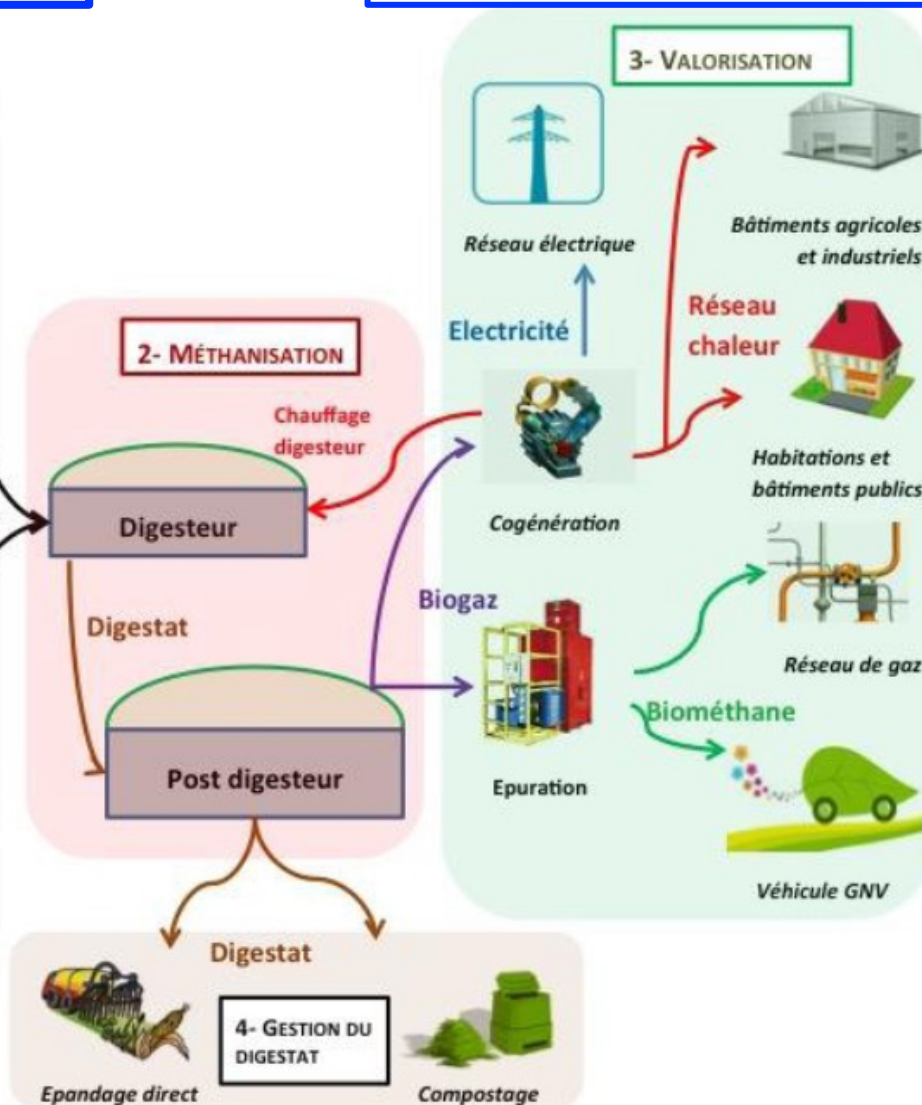
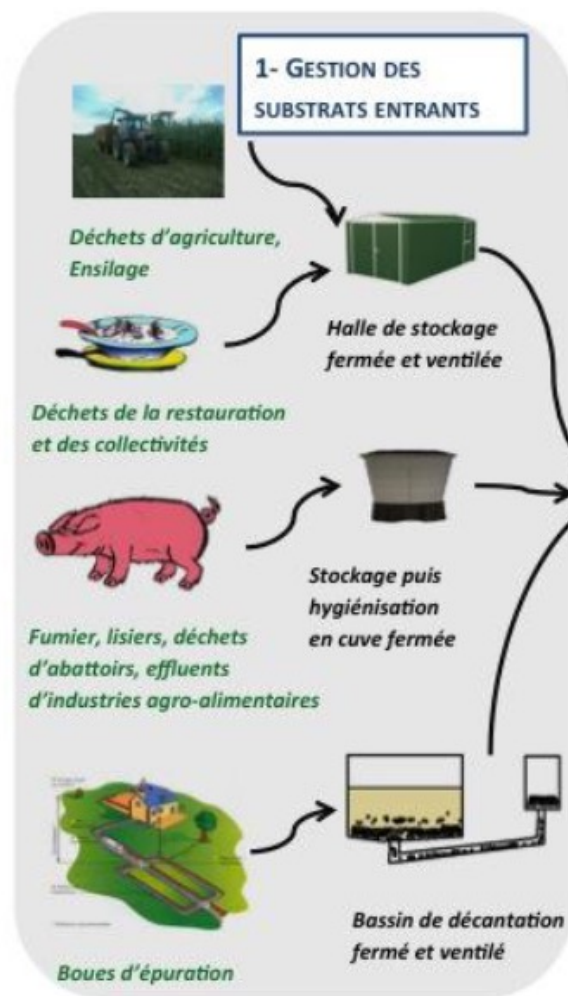
Le composé principal du gaz naturel

- Pouvoir calorifique inférieur: $9,94 \text{ kWh} \cdot \text{Nm}^{-3}$
- Deuxième gaz à effet de serre après CO_2

Carburant	PCI $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Méthane	50
Essence E10	39,5
Essence	41
Diesel	43
H_2	120
Charbon	35



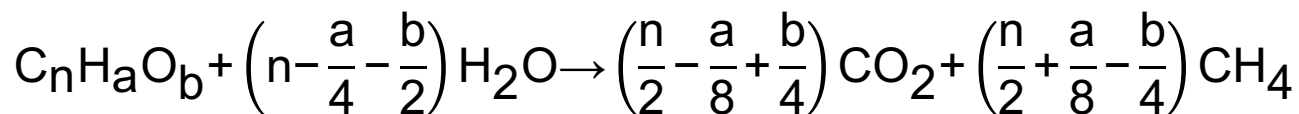
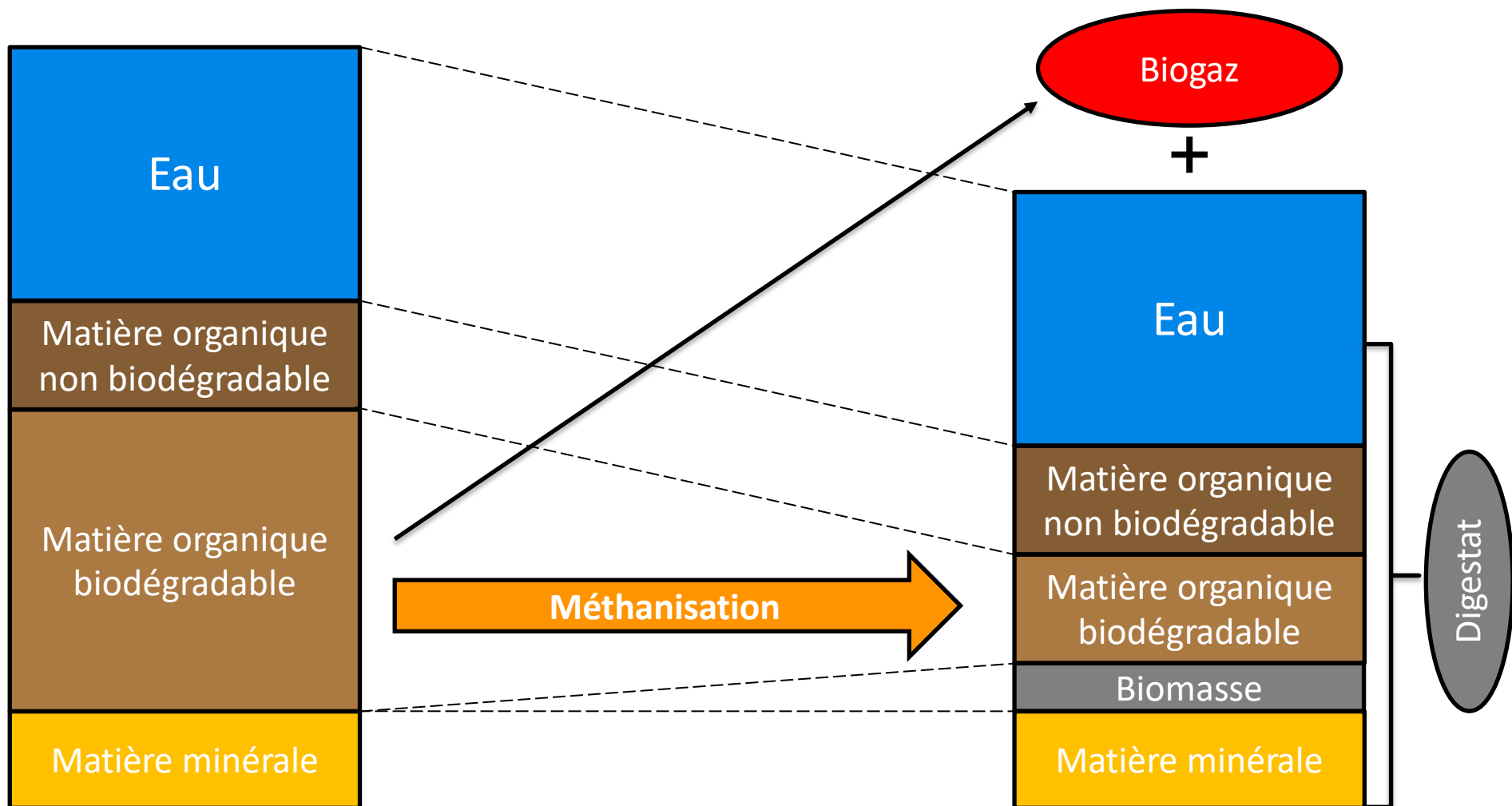
Enjeux environnementaux



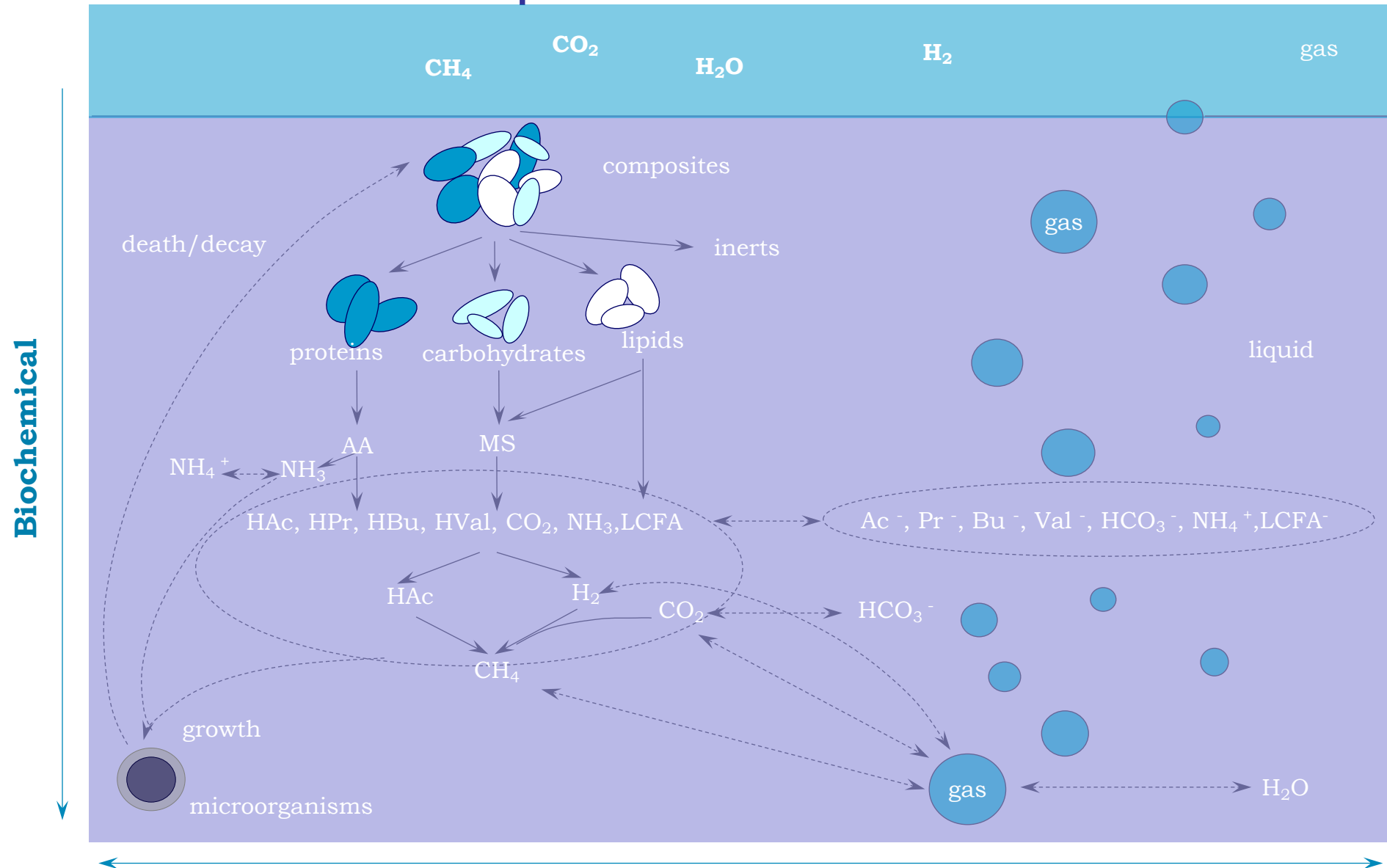
Enjeux agronomiques

Source : Club Biogaz, 2011

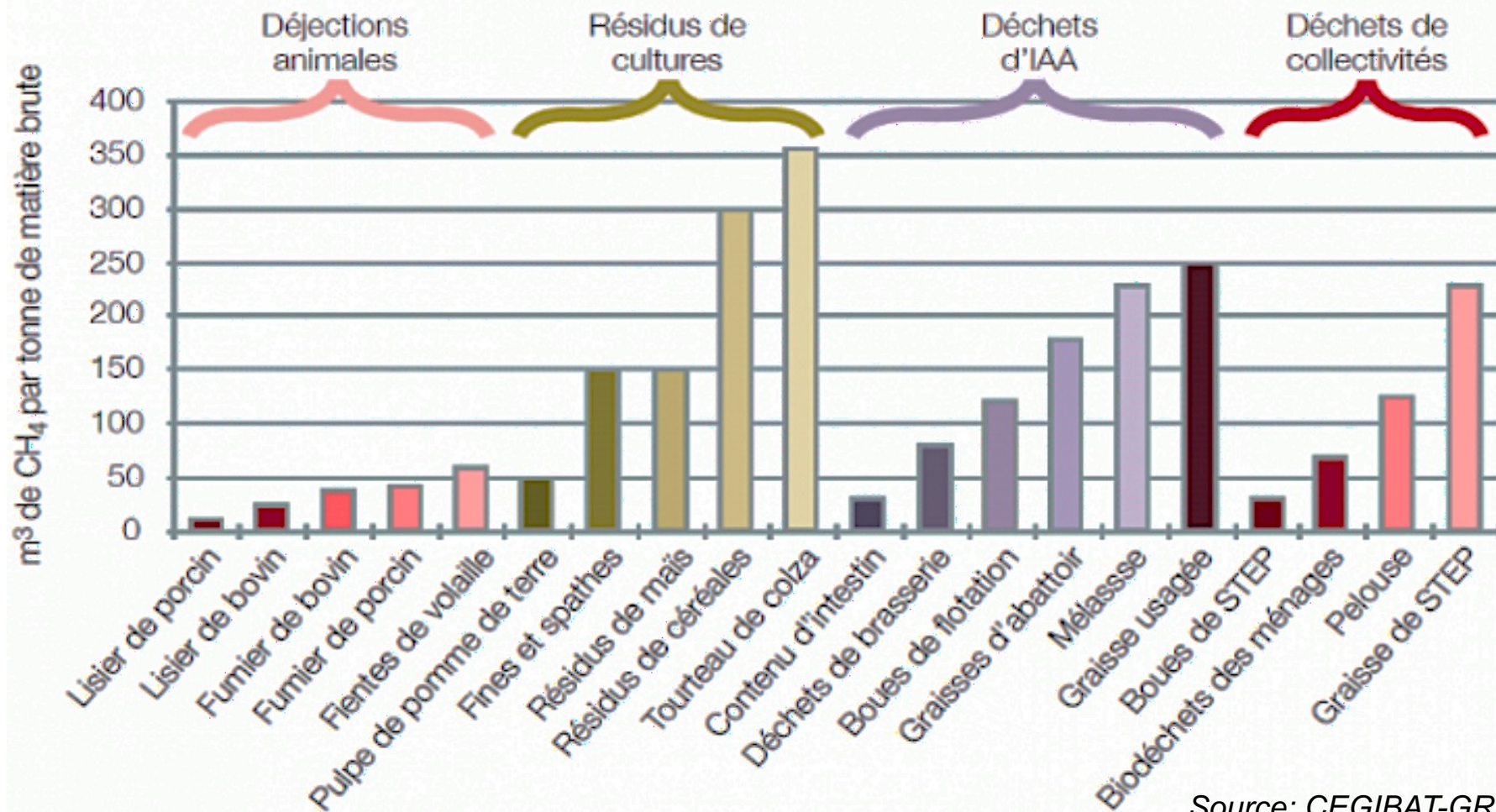
Représentation schématique de la méthanisation



Complexité de la méthanisation



Potentiel méthanogène de différents substrats agricoles et alimentaires



Source: CEGIBAT-GRDF

LA MÉTHANISATION EN FRANCE (CHIFFRES 2024)



Les valorisations



DES ENTREPRISES COMPÉTENTES



500 ENTREPRISES
Qui ont largement développé leur savoir faire au cours des 10 dernières années



3 570 EMPLOIS IDENTIFIÉS
Dans le secteur du biogaz par méthanisation et ISDND en 2023 ⁷



1 789 M€ CHIFFRE D'AFFAIRES
du secteur en 2023 ⁷

* Consommation annuelle moyenne électrique estimée à 4,8 MWh par foyer ([2,2 MWh par personne/an](#) pour [2,16 personnes par foyer](#))

** Consommation annuelle moyenne de gaz estimée à 10,9 MWh par foyer ([5 MWh de gaz par personne/an](#))

1. Sites en couverture de fosse inclus

2. Installations de stockage de déchets non dangereux

3. Source : tableau de bord biogaz pour la production d'électricité (T1 2025) - SDES

4. Calculs Observ'ER sur données SDES

5. Source : tableau de bord biométhane (T1 2025) - SDES

6. Source : Panorama BioGNV 2025, France Mobilité Biogaz 2025

7. Source : Étude marchés et emplois EnR, ADEME 2024

Source : ADEME, 2025

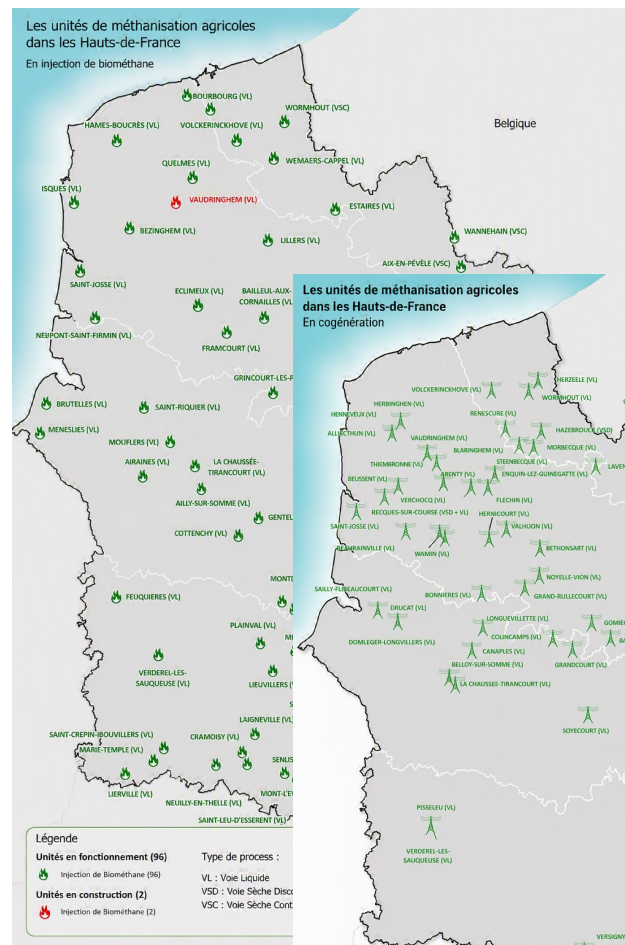
Ampleur du secteur de la méthanisation



Source:

<https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-v2/#implantation-des-sites>

Chambre d'agriculture HdF juin 2026



Données sources : Chambres d'agriculture des Hauts-de-France
Conception : Chambres d'agriculture des Hauts-de-France - Mai 2026

Panorama des unités de méthanisation agricoles⁽¹⁾ en région Hauts-de-France (au 31 mai 2026)

❑ Nombre d'unités⁽²⁾ en fonctionnement : **167**

- > Process : **161** en « voie liquide infiniment mélangé »
6 en « voie sèche » (3 en *discontinue* & 3 en *continue*)
- > Valorisation du biogaz : **71** en cogénération (dont 34 en *micro-méthanisation*)
96 en injection biométhane
- > Production d'énergies renouvelables :
 - Electricité : ~ **19,1 MW_{élec}** installés, soit la conso élec ~ **27 000** logements⁽³⁾
 - Biométhane : ~ **22 290 Nm³/h** injectés, soit la conso gaz ~ **170 000** logements⁽³⁾

❑ Nombre d'unités⁽²⁾ en construction : **2**

- > Process : **2** en « voie liquide infiniment mélangé »
- > Valorisation du biogaz : **0** en cogénération
2 en injection biométhane



Arnauld ETIENNE
Réfèrent Régional Energie HdF

- (1) D'après articles L311-1 & D311-18 du Code rural et de la pêche maritime
- (2) Source : Chambres d'Agriculture HdF
- (3) Ratios ADEME HdF

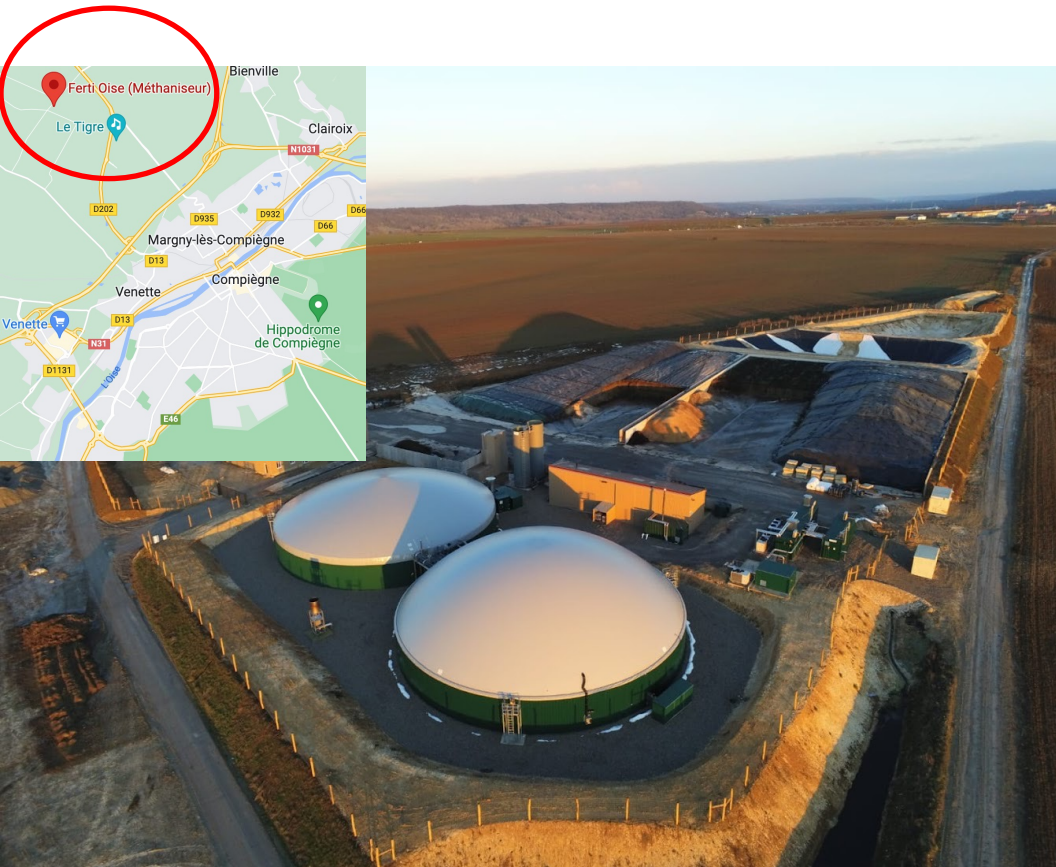
Source : Chambre Agriculture Hauts-de-France, m^{ai} mai 2026

Bus au BioGNV de l'Agglomération de Compiègne

Depuis janvier 2023, remplacement progressif par bus (Bio)GNV



Ferti Oise (Coudun, 60)



Capacité du réacteur :
6 000 m³

Débit des intrants :
De 50 à 96 tonnes / jour

- Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE)
- Coproduits betterave
- Eau sucrée, vinasses ...

Temps de séjour :
60 jours

Température de méthaniseur :
40 – 42 °C

Débit de gaz 250 Nm³/h
Injection au réseau GrDF

Équivalent au besoin de 3 500 foyers

Equipe de recherche sur la méthanisation à l'UTC

Permanents :

Thierry Ribeiro

Xiaojun Liu

Stéphane Mottelet

André Pauss

Doctorants :

Joel Awinzure Agumah

Sorosh Samiei

Pol-Emile Briot

SOLIMÉTHA



En collaboration avec UniLaSalle

Laura André

Shruthi Meenakshisundaram



Stabilisation, réduction du volume des boues de station d'épuration, production d'énergie



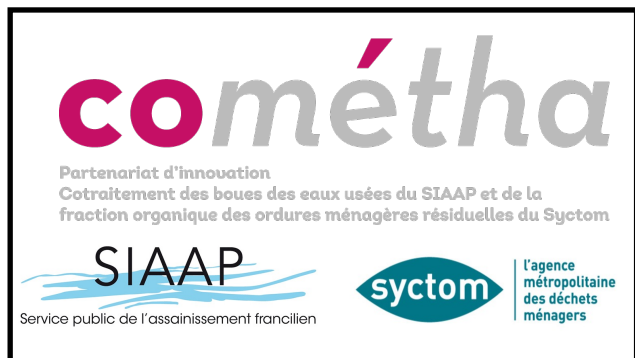
Exemple SIAAP Seine-Aval (Achères)

- 1,5 millions de m³ d'eaux usées par jour, 5 millions d'habitants
- 135 000 tonnes de boues transformées en biogaz
- **260 000 m³** de digesteur
- 65 millions de m³ de biogaz/an
- **Couverture de +90% des besoins thermiques** du site
- Division par deux de la teneur en matière sèches des boues

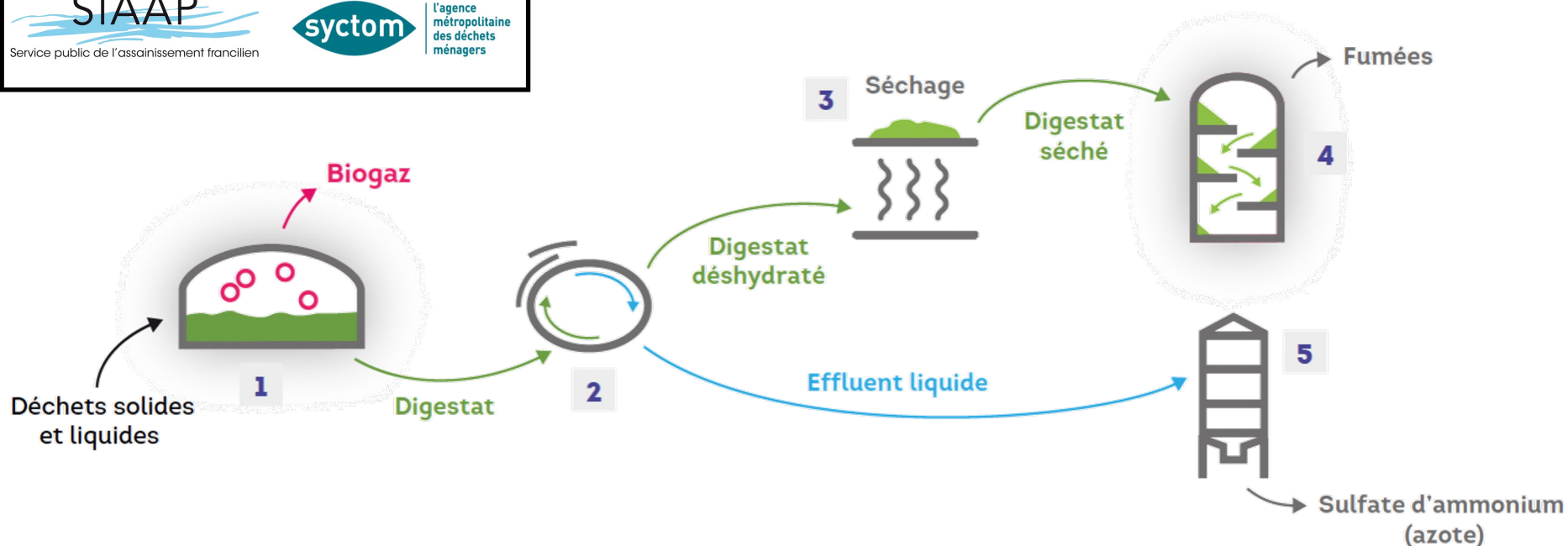


Plus d'info:
<https://inneauvation.fr>

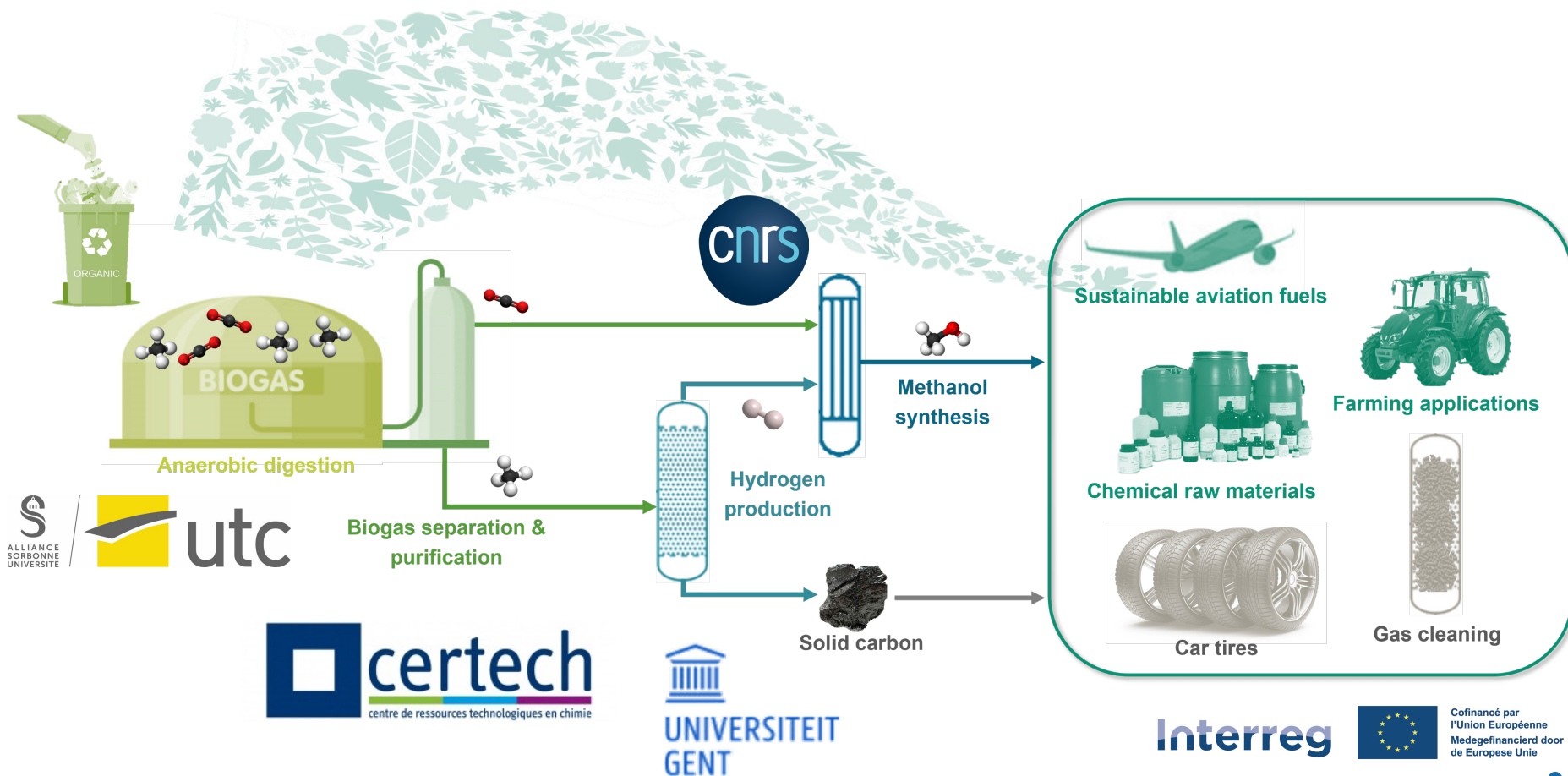
Codigestion des boues de station d'épuration avec la fraction organique des ordures ménagères, production d'énergie



Plus d'info:
<https://www.cometha.fr>



Projet OBIWAN financé par le dispositif Interreg France-Wallonie-Vlaanderen :
Des déchets organiques aux composés chimiques via le biogaz: un cycle intégré du carbone (bio)-chimique avec récupération du CO₂



Plus d'info:
<https://www.obiwon-project.eu>

Interreg



Cofinancé par
l'Union Européenne
Medegefinancierd door
de Europese Unie

France - Wallonie - Vlaanderen

OBIWAN



Digestion de sous-produits de mytiliculture en voie sèche de type batch à l'échelle pilote 60 L : essais préliminaires & perspectives



Maël Mercier-Huat, Laura André, Jean-Marie Grosmaître, André Pauss, Thierry Ribeiro



Nettoyage et tri des moules génèrent 10 à 30 % de moules non-commercialisables, En France : 5 000 à 15 000 t/an

INTERNATIONAL

Quand la méthanisation sert à la fabrication... des Lego

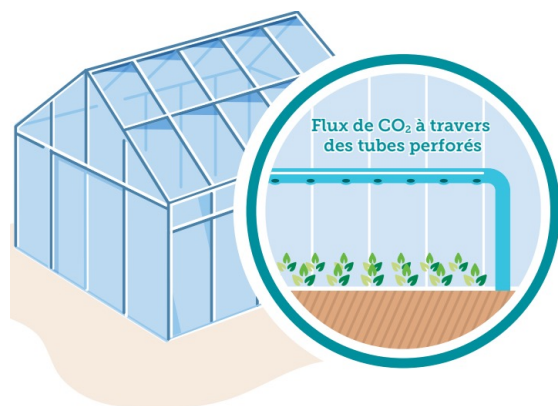
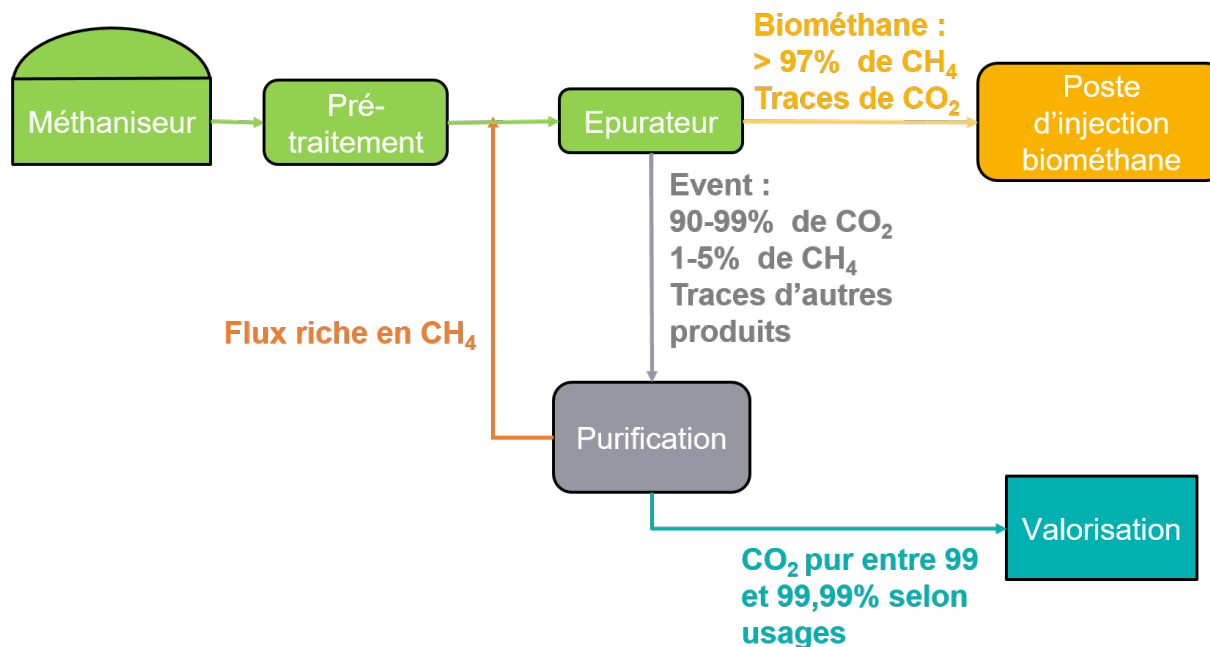
06/10/2026 | Michaël TORREGROSSA



Image générée par IA

Au Danemark, Lego utilise désormais de l'e-méthanol produit à partir du CO₂ capté sur un méthaniseur. Un signal concret pour une filière biogaz en quête de nouveaux débouchés.

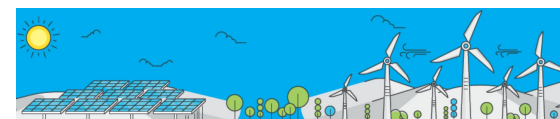
gaz-mobilite.fr



en agriculture



en industrie



Power to gas (méthanation)

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

en énergie

Club biogaz – CTBM *Centre technique national du biogaz et de la méthanisation*

<https://atee.fr/energies-renouvelables/club-biogaz/ctbm>

MéthaFrance – *Portail national de la méthanisation*

<https://www.methafrance.fr/>

InfoMetha

<https://www.infometha.org/>

ADEME – *Agence de la transition écologique*

<https://www.ademe.fr/>

SINOE® – *Système d'information et d'observation de l'environnement (ADEME)*

<https://www.sinoe.org/>

European biogas association

<https://www.europeanbiogas.eu/>

INERIS – *Institut national de l'environnement industriel et des risques*

<https://www.ineris.fr/fr>

AAMF – *Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France*

<https://aamf.fr/>

Observatoire de la filière Biométhane

<https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-V2/implantation-des-sites#implantation-des-sites>

La réglementation

LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

LOI du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets



Des épluchures au biogaz : la magie de la méthanisation

Thierry RIBEIRO, Xiaojun LIU, Sorosh SAMIEI

UR Transformations intégrées de la matière renouvelable

Département Génie des procédés industriels

Université de technologie de Compiègne

08 – 11 octobre 2026

Compiègne