



L'Institut
National de la
Recherche
Agronomique



Production décentralisée d'énergie par méthanisation de produits résiduaux organiques et de biomasses

Jean-Philippe DELGENES
Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement
INRA. Avenue des étangs. 11100 Narbonne

2^e Conférence Internationale DERBI - 31 mai 2007



Définition

Processus de décomposition anaérobie de la matière organique;
Production de biogaz (méthane + CO₂);
Synonyme : la digestion anaérobie

§1776, Volta : caractère combustible du gaz des marais

§1787, Lavoisier : gaz de Volta = gas hydrogenium carbonatrum

§1865, Wolfe : méthane

§1935 - 1945 : production d'énergie à partir de fumier

§1973, application en production d'énergie

§1980 >, application en dépollution

Domaines d'application

Le traitement des eaux résiduaires • D

Le traitement des résidus organiques solides • D

Le traitement de biomasses agricoles • E



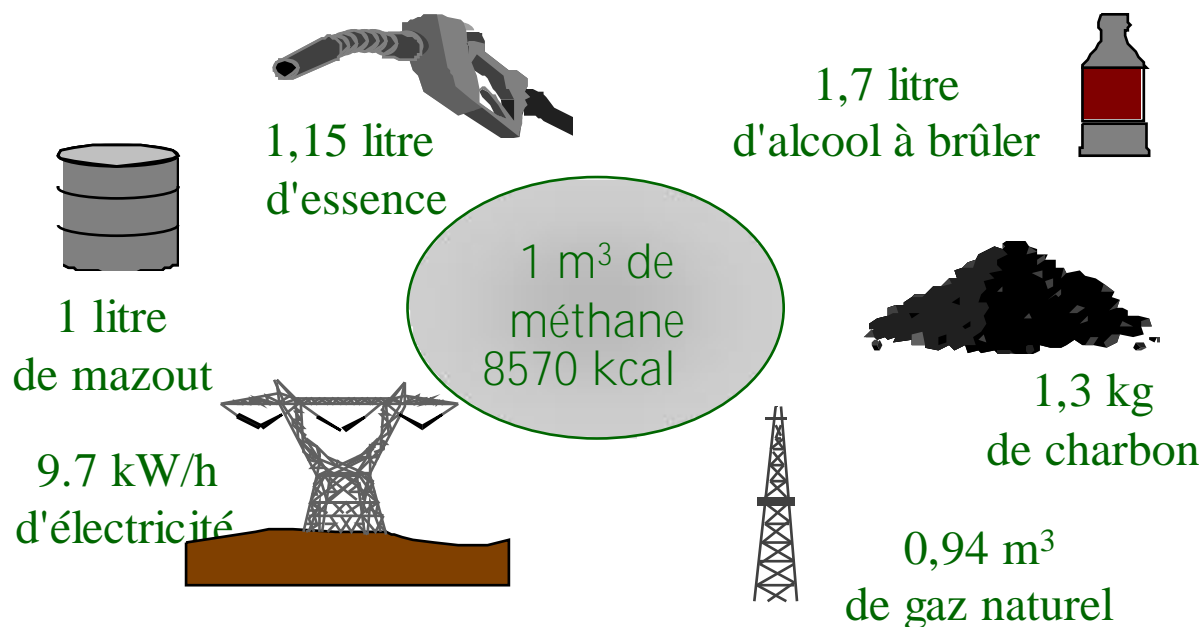
Intérêt de la méthanisation

La dépollution

Elimination de la matière organique des produits résiduaux
Production de compost

La production d'énergie

Méthane (50 à 80% du « biogaz » produit)





Valorisation du biogaz

Thermique

Génération de vapeur
consommation sur place (chauffage du digesteur)

Electrique

Moteur à explosion + turbine
contrainte : coût rachat du kWhe

Carburant

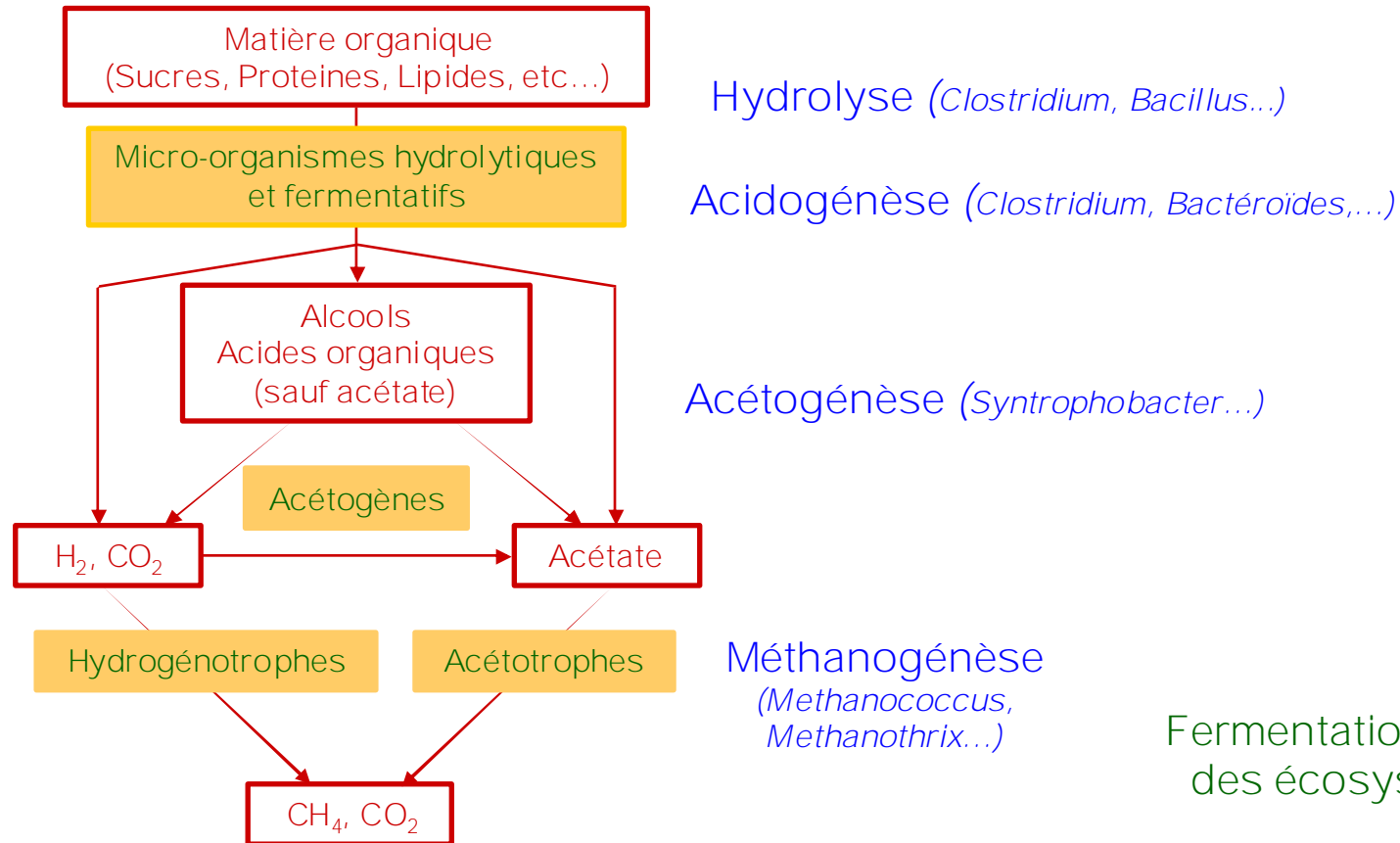
Installation de purification (coût)
en croissance

Injection dans les réseaux urbains

Manque de recul, coût de rachat
Réticence des opérateurs



Le processus de méthanisation



Fermentation spontanée dans
des écosystèmes naturels :

marais

rizières

sédiments lacustres et marins

sol

intestins de mammifères

tractus intestinal de termites...



Mise en oeuvre de la méthanisation

Conditions opératoires

Substrat : $> 2 \text{ g DCO/L}$
Température : 35°C ou 55°C
pH : proche de 7
Potentiel OR : $- 300 \text{ mV}$
Nutriments : N, P + oligoéléments
Alcalinité : 1000 mg/l CaCO_3

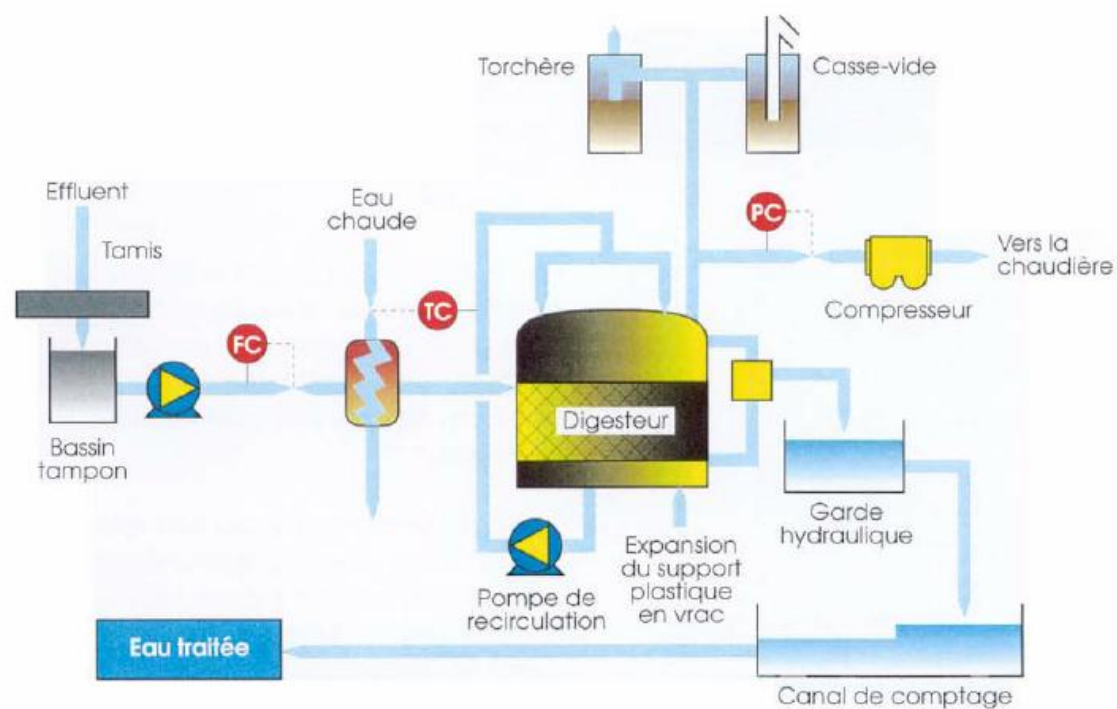
Technologies

- Technologie mono ou bi-étape
- Domaine de l'épuration des eaux résiduaires (IAA, chimie, papeterie)
 - ☒ procédés à biomasse libre, procédés à biomasse fixée
- Procédés de traitement des résidus solides (boues, ordures)
 - ☒ réacteurs agités, systèmes de stockage
- Paramètres clefs : charge appliquée, hydrodynamique
(ER : $0,5 < ca < 30$, RS : $0,5 < ca < 10$, $YP/S = 0,3 \text{ m}^3 \text{ biogaz/kg MO}$)



Exemple d'installation industrielle

Méthanisation des effluents de production de confiture
(Technologie Proserpol, Usine de Biars, France)



● Effluent	Débit	120 m ³ /jour
	Concentration en DCO	11000 mg/l
	Charge en DCO	1320 kg/jour
● Effluent	Concentration en DCO	< 800 mg/l
	Abattement de DCO	...
● Biogaz	Production	429 Nm ³ /jour
	Teneur en CH ₄	70 % ± 10 %



Exemple d'installation industrielle

Méthanisation des déchets ménagers

(Technologie Valorga, usine de Tilburg, Pays Bas)



Capacité de traitement	52 000 t/an de biodéchets
Volume des digesteurs	2 x 3 300 m ³
Composition des déchets	46% MS - 50% MSV
Temps de séjour	20 jours au minimum
Production de biogaz	90 - 110 Nm ³ /t entrant dans le digesteur
Rendement spécifique en méthane	220 - 250 Nm ³ /t de MSV entrant dans le digesteur
Utilisation du biogaz	Injection dans le réseau gaz de ville après épuration



Marché français de la méthanisation

§ *Segmentation du parc français (2004, source=AND international):*

ρ *Effluents industriels : 130 unités implantées sur 100 sites*

§ *71 / 100 avec une capacité industrielle (> 15 000 t/an)*

§ *répartition : 73 IAA, 19 papeterie, 8 chimie.*

§ *rythme d'installation : 5 unités industrielles / an*

“ *Boues d'épuration urbaine : 140 STEP équipées de digesteurs*

§ *83 / 140 avec une capacité industrielle (> 30 000 EH)*

§ *capacité cumulée : 21,6 millions EH*

“ *Déchets solides et mixtes : 2 unités*

Soit près de 250 sites, dont 150 relevant de la méthanisation industrielle (potentiel énergétique associé = 150 000 tep)

§ *Prévisions d'évolution :*

“ *Nombre d'unités de taille industrielle*

§ *50 nouvelles unités à 5 ans, 130 nouvelles unités à 10 ans (industries=collectivités)*

“ *Potentiel énergétique associé*

§ *55 000 tep à 5 ans, 150 000 tep à 10 ans (traitement multi-gisements > industries)*

Potentiel maximal récupérable : 3 350 000 tep/an sur 2100 sites, soit 11 % de la consommation énergétique.



§ Nouveau contexte tarifaire et schémas de développement envisageables

- *Nouvelles conditions tarifaires (arrêté ministériel du 10/07/2006)*
 - § *base actuelle = 7,5 à 9 c€/kWh + 3 (PEE) + 2 (PM) sur des durées de contrat de 15 ans*
- *Schémas de développement*
 - § *Biogaz de décharge : ++ (exonération de TGAP si valorisation électrique)*
 - § *Biogaz de STEP : ++ (aménagement normatif possible sur l'usage des digestats)*
 - § *Biogaz d'effluents industriels : ++ (production d'énergie, économie de CO2)*
 - § *Biogaz d'OM : +++ (concept du centre multifilière)*
 - § *Biogaz agricole : ++++ (systèmes individuels, semi-collectifs, centralisés)*
- *Acteurs : Grands groupes et PME de l'éco-industrie*

§ Questions de recherche et pistes de développement

- *microflore anaérobie : diversité-stabilité fonctionnelle-productivité, potentialités de produire du biohydrogène, ou de dégrader des CTO...*
- *technologie : procédés intensifs (ER), procédés innovants (RS), systèmes hybrides (ER, RS)...*
- *filière : qualité du biogaz et du digestat, codigestion de gisements organiques, méthanisation de cultures énergétiques...*



Une filière en pleine croissance

Forte augmentation de la capacité de traitement
Tarification de rachat de l'électricité *ex biogaz* attractive
Gros effort de recherche et développement (UE)

Atouts

Valorisation énergétique
Réduction des émissions de gaz à effet de serre
Production réduite de boues sur ER
Réduction performante des volumes de matières organiques solides
Potentialités d'écoulement marchand du digestât

Limitations

Coûts (valorisation), choix politiques
Techniques encore jeunes
Importance du mode de collecte