

Salon BEST &
MUNICIPIO

Liège 14 & 15
octobre 2011

**La biométhanisation avec
hydrolyse séparée
Procédé Compact Plus®**

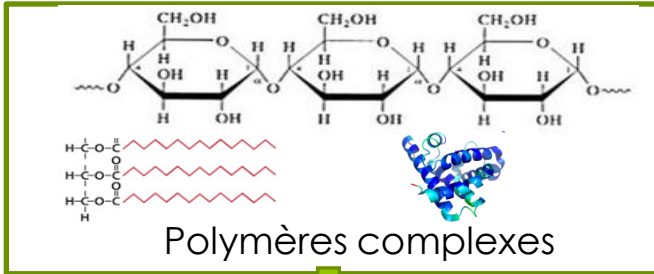
Laurie Salden
WPS Luxembourg

o **La digestion anaérobie**

Processus microbiologique complexe de conversion de la matière organique qui peut être décrit en 4 étapes:

- 1** - Hydrolyse
- 2** - Acidogenèse
- 3** - Acétogenèse
- 4** - Méthanogenèse

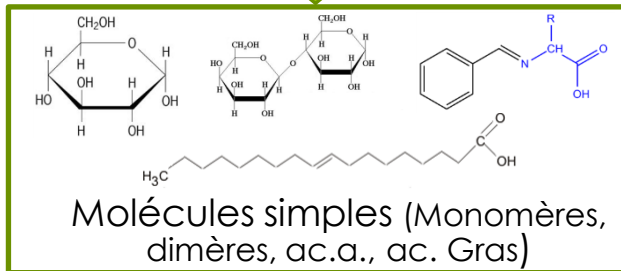
o La digestion anaérobie



Modifié à partir de P. Delfosse, Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann www.aile.asso.fr/microbiologie

Tps génération	pH	O ₂
Heures	4,5 – 6,3	✓

1- Hydrolyse



o 1- Hydrolyse

a) Rôle

Hydrolyse (dégradation) des molécules organiques complexes en molécules simples, solubles dans l'eau, par des enzymes exocellulaires.

b) Microorganismes impliqués

Bactéries hydrolytiques et fermentatives, anaérobies strictes ou facultatives (*Clostridium*, *Paenibacillus*, *Ruminococcus*, ...)

c) Conditions physico-chimiques

pH : 4,5 – 6,3

Aérobie ou anaérobie

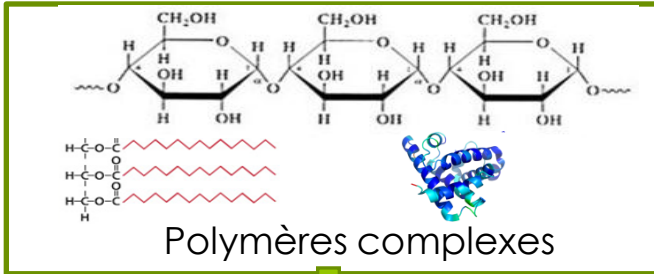
d) Réactifs → produits

Lipides, protéines, amidon, cellulose, ...

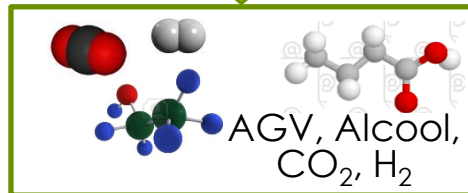
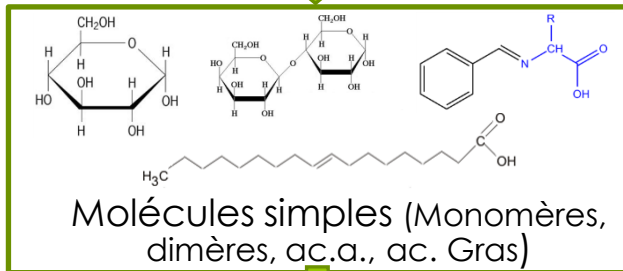
→ monomères, dimères, acides aminés, acide gras

Consommation O₂ dissous → ↓ potentiel rédox

o La digestion anaérobie



Modifié à partir de P. Delfosse, Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann www.aile.asso.fr/microbiologie



1- Hydrolyse

2- Acidogenèse

Tps génération	pH	O ₂
Heures	4,5 – 6,3	✓
Heures	4,5 – 6,3	+

o 2- Acidogenèse

a) Rôle

Conversion des molécules simples produites lors de l'hydrolyse en AGV (acides gras volatils)

b) Microorganismes impliqués

Clostridium, Ruminococcus, Paenibacillus

→ Microorganismes de l'acidogenèse aussi impliqués dans l'hydrolyse

c) Conditions physico-chimiques

pH : 4,5 – 6,3
Anaérobie stricte

→ Conditions similaires à l'hydrolyse

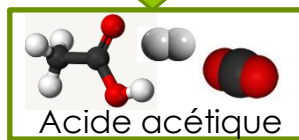
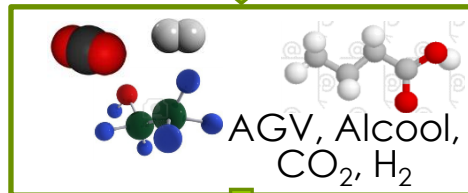
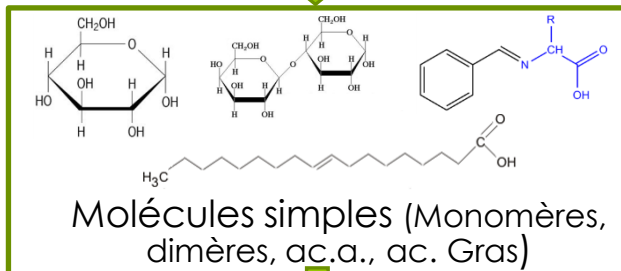
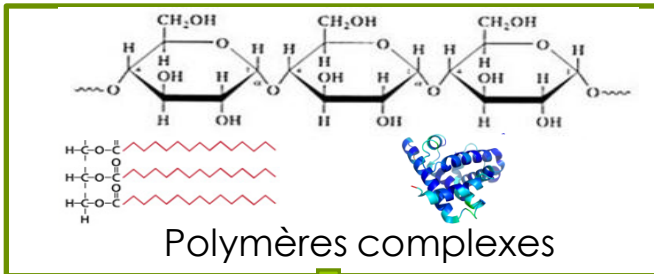
d) Réactifs → produits

Monosaccharides, acides aminés, acides gras

→ AGV (formate, propionate, lactate, ...), alcool, CO₂, H₂

o La digestion anaérobie

Modifié à partir de P. Delfosse, Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann www.aile.asso.fr/microbiologie



1- Hydrolyse

2- Acidogénèse

3- Acétogénèse

Tps génération	pH	O ₂
Heures	4,5 – 6,3	✓
Heures	4,5 – 6,3	+
1-4Jours	6,8 – 7,3	+

o 3- Acétogenèse

a) Rôle

Les produits de l'acidogenèse sont convertis en acétate, CO₂ et hydrogène

b) Microorganismes impliqués

3 groupes de bactéries:

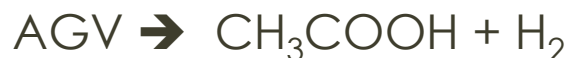
- o Acétogènes: AGV → acétate + H₂ **Inhibition si excès H₂**
- o Homoacétogènes: CO₂ + H₂ → acétate
- o Sulfato-réductrices : SO₄²⁻ + acétate + H₂ → H₂S ⚡ **Compétition**

c) Conditions physico-chimiques

pH :6,8- 7,3

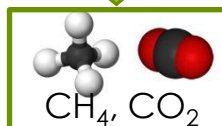
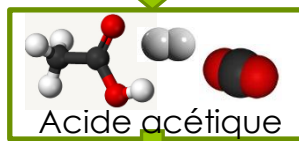
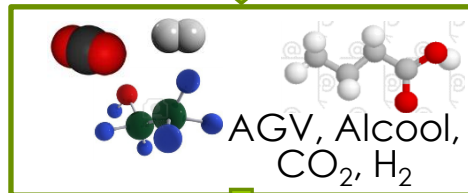
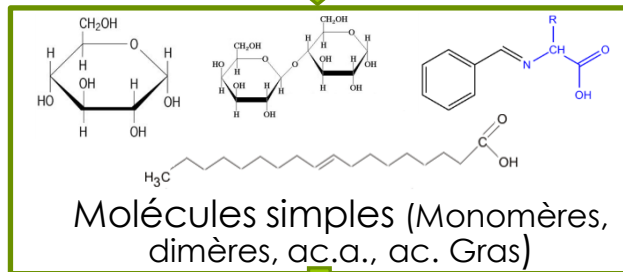
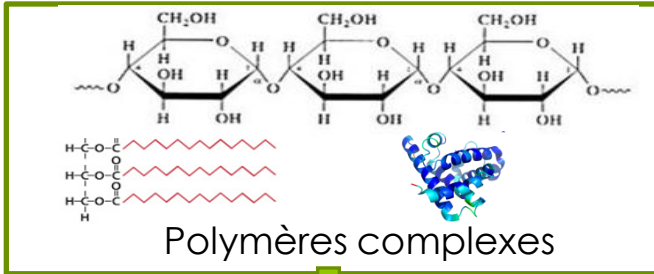
Anaérobies strictes

d) Réactifs → produits



o La digestion anaérobie

Modifié à partir de P. Delfosse, Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann www.aile.asso.fr/microbiologie



1- Hydrolyse

2- Acidogénèse

3- Acétogénèse

4- Méthanogénèse

Tps génération	pH	O ₂
Heures	4,5 – 6,3	✓
Heures	4,5 – 6,3	+
1-4 Jours	6,8 – 7,3	+
5-15 Jours	6,8 – 7,3	+

o 4- Méthanogenèse

a) Rôle

Dernière étape, assurant la production de méthane.

b) Microorganismes impliqués

Deux types de bactéries, appartenant au groupe des archées, présentant un taux de croissance relativement faible

- Hydrogénotrophes : éliminent H₂ dans le milieu
- Acétoclastiques : 70-75% de la production CH₄

c) Conditions physico-chimiques

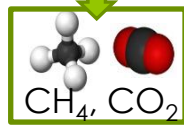
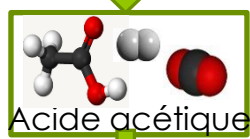
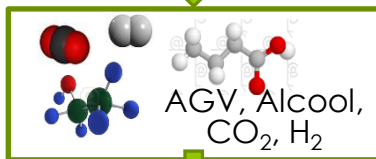
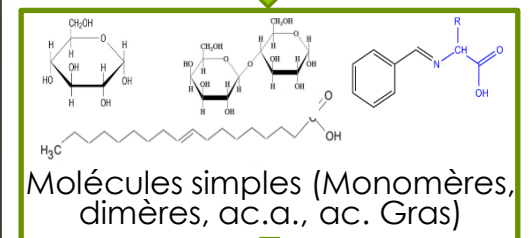
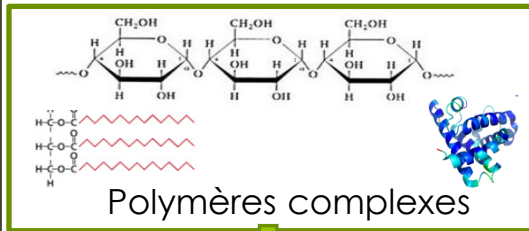
pH : 6,7 - 7,3

Anaérobiose impérative (Potentiel rédox < 330mV)

d) Réactifs → produits



o Digestion anaérobie = consortium bactérien en étroite association



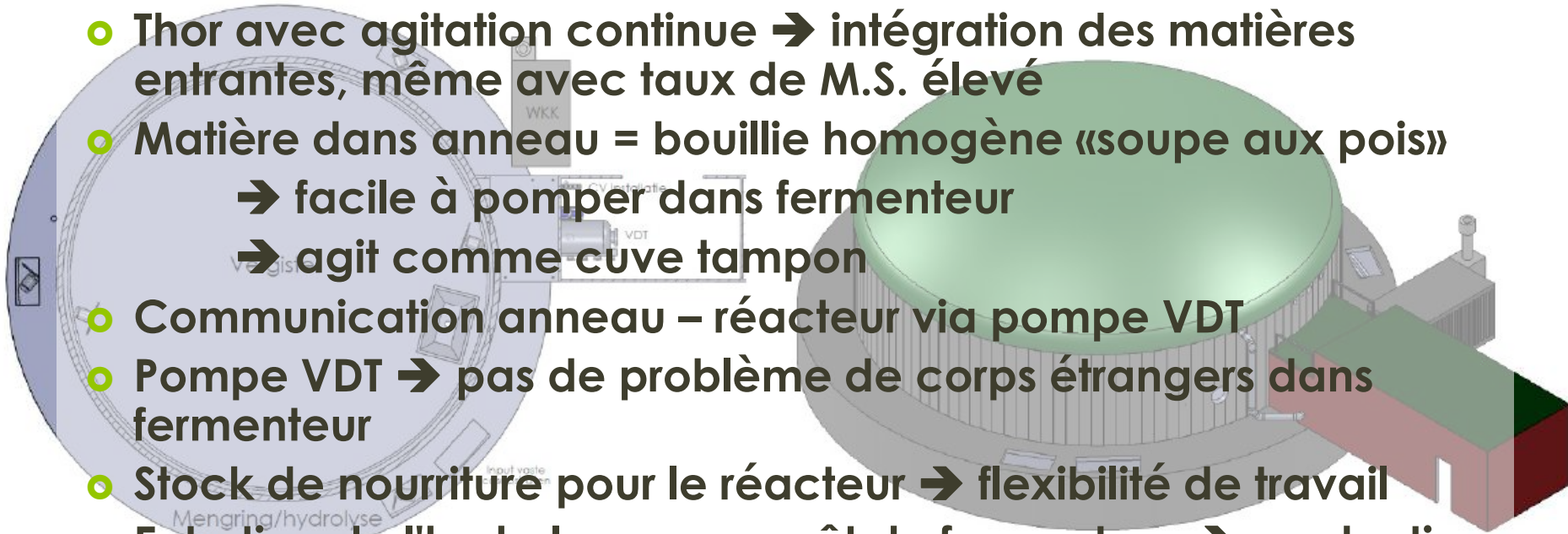
Tps génération	pH	O ₂
1- Heures	4,5 – 6,3	✓
2- Heures	4,5 – 6,3	+
3- 1-4Jours	6,8 – 7,3	+
4- 5-15 Jours	6,8 – 7,3	+

- o **Microorganismes = pour 2 réactions similaires**
- o **Microorganismes plus robustes**

- o **Conditions de vie similaires**
- o **Produits acidogènes = réactifs méthanogènes**

o Procédé Compact Plus ®

- o Anneau d'hydrolyse = cuve aérobie fermée autour du fermenteur → cuve d'hydrolyse (acide) et de mélange → préparation des substrats pour la méthanisation
- o Thor avec agitation continue → intégration des matières entrantes, même avec taux de M.S. élevé
- o Matière dans anneau = bouillie homogène «soupe aux pois»
 - facile à pomper dans fermenteur
 - agit comme cuve tampon
- o Communication anneau – réacteur via pompe VDT
- o Pompe VDT → pas de problème de corps étrangers dans fermenteur
- o Stock de nourriture pour le réacteur → flexibilité de travail
- o Entretien de l'hydrolyse sans arrêt du fermenteur → production de biogaz constant
- o Tous les gaz (odeurs, H_2S , H_2 , CO_2) produits lors de l'hydrolyse sont envoyés vers biofiltre



o Avantages hydrolyse séparée

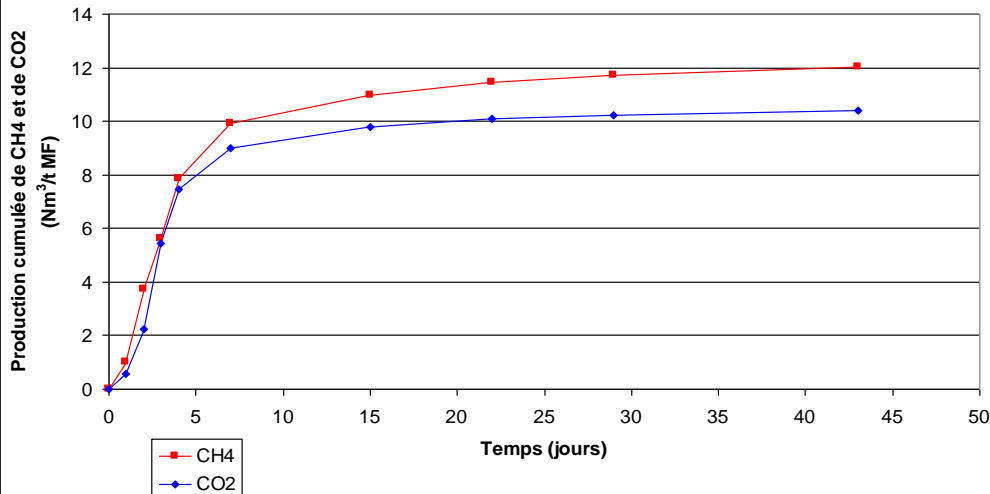
- o Fournir **aliments pré-digérés** aux microorganismes de la méthanisation → ↑ vitesse de réaction de méthanisation
- o **Microorganismes** de l'hydrolyse **robustes** → pas de problème si variations dans l'alimentation
- o **Caractéristiques** substrat hydrolysé **constantes** (même si alimentation discontinue) et à **température** ~ digesteur → pas de stress pour microorganismes → production biogaz rapide et constante
- o **Peu / Pas de croûte** dans digesteur car biomasse saturée en eau est pompée de l'hydrolyse vers digesteur
- o Jamais de **corps étrangers** dans digesteur → si problème, c'est dans hydrolyse → digesteur fonctionne toujours
- o Durant hydrolyse, une grande partie du **soufre** présent dans la matière (protéines) est réduit en H_2S → H_2S envoyé vers biofiltre → peu d' H_2S dans biogaz → pas de désulfuration du biogaz

o Avantages hydrolyse séparée (2)

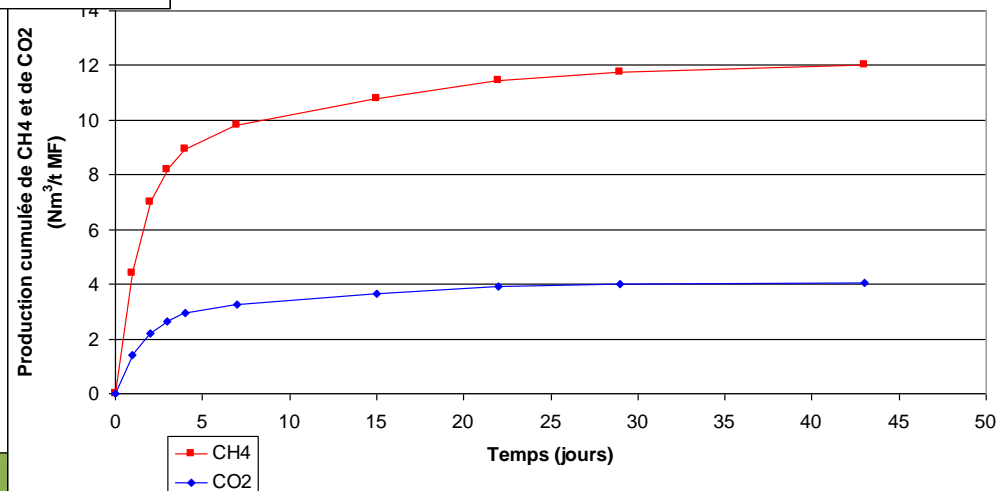
- o Introduction matières solides dans hydrolyse → volume petit et substrat «soupe aux pois» → réduction **consommation électrique**
- o **Pas de vis sans fin** → moins d'usure
- o **Moteurs** des mixers du fermenteur sont **dans fermenteur** → diminution du bruit
- o Toutes les **odeurs** (hydrolyse, pompe VDT, ...) envoyées sur **biofiltre** → biofiltre utilisable comme amendement
- o Si ajout de beaucoup de **fumier** → pas de problèmes avec les ficelles et les corps étrangers
- o Pas besoin d'alimenter hydrolyse tous les jours → flexibilité de travail
- o Si un **coproduit** est disponible → ajout directe dans hydrolyse sans risque pour biologie (28t << 400 m³)

Composition du biogaz

Infiniment mélangé
Production cumulée de CH₄ et de CO₂
(MATIERE FRAICHE)



Avec hydrolyse
Production cumulée de CH₄ et de CO₂
(MATIERE FRAICHE)



P. Delfosse,
Centre de Recherche Public -
Gabriel Lippmann,
Communication personnelle

o Problématique du fumier

- Installation 700kW,
- Fumier: 30 t/jour + coproduits
- Infiniment mélangé
- Age mixer < 1an
- Problème = ficelles !!!!!

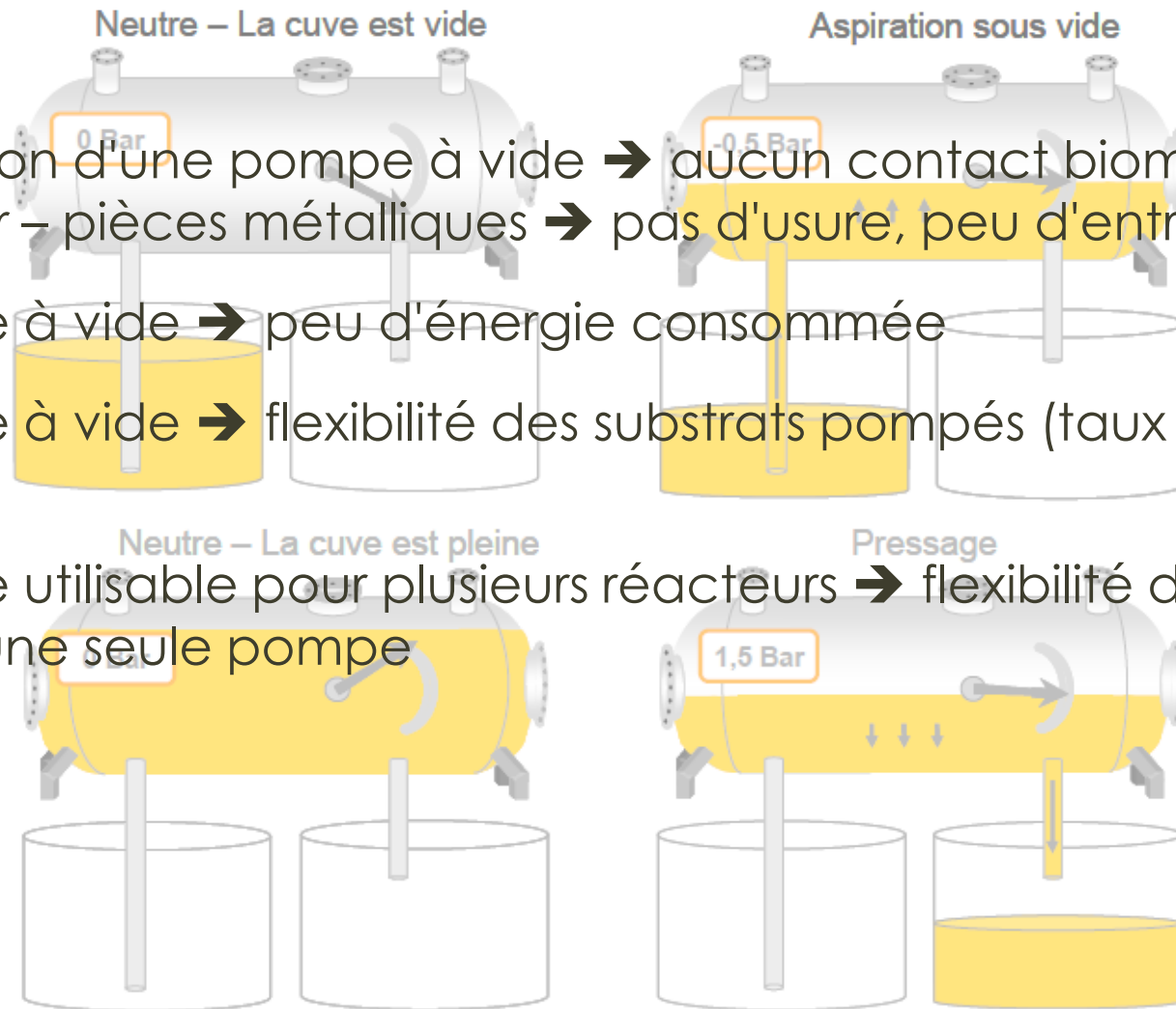


→ WPS & Biogas Plus ont développé un partenariat avec une société finlandaise pour le criblage du fumier (fixe ou mobile)



o VacuümDruk Tank: Avantages

- Utilisation d'une pompe à vide → aucun contact biomasse – moteur – pièces métalliques → pas d'usure, peu d'entretien
- Pompe à vide → peu d'énergie consommée
- Pompe à vide → flexibilité des substrats pompés (taux M.S. 25%)
- Pompe utilisable pour plusieurs réacteurs → flexibilité de travail avec une seule pompe



Merci pour votre attention

Des questions ?