

# LIPINOV

Les co-produits de la transformation des lipides  
sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?

24 novembre 2015



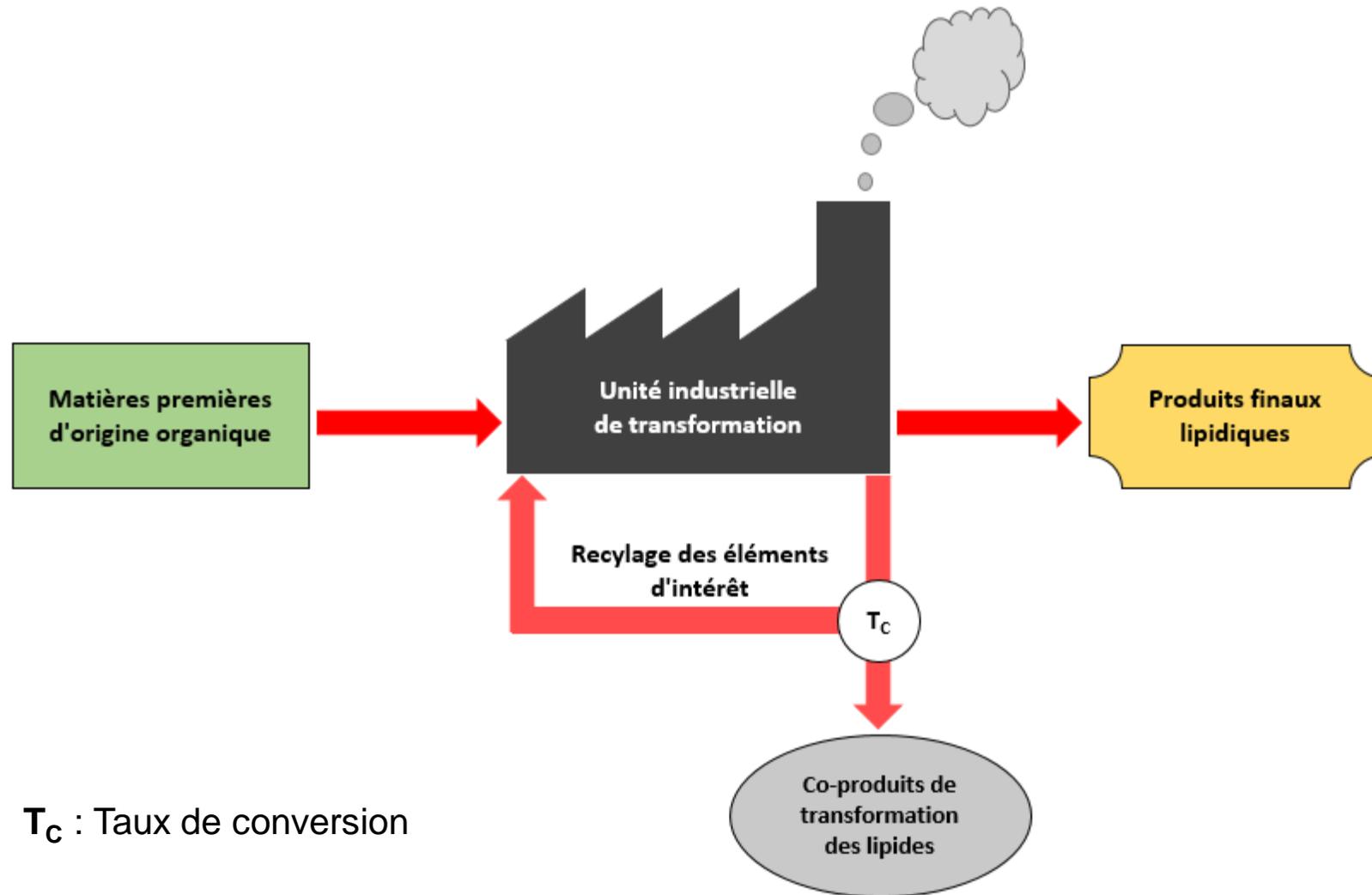
- Objectif de la communication

Présenter le procédé de co-digestion anaérobie comme une unité à par entière du concept de bioraffinerie

- Plan
  - Contexte industriel, économique et énergétique de la France
  - Concepts de digestion et de co-digestion anaérobie
  - Intérêt des co-produits lipidiques
  - Mise en œuvre du procédé de co-digestion
  - Méthode d'optimisation du procédé

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

- Production des co-produits de transformation des lipides



$T_c$  : Taux de conversion

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

- Cadre législatif du Code de l'environnement (1<sup>er</sup> janvier 2012)

- Article L 541-1 : Définition du déchet ultime

Déchets qui ne sont plus valorisables, ni par recyclage, ni par valorisation énergétique dans les conditions techniques et économiques du moment

- Article L 541-21-1 : Obligation de gestion des biodéchets

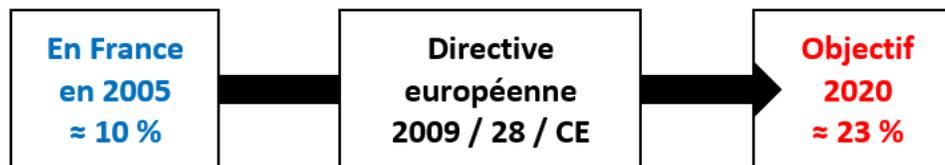
Sont considérées comme producteur ou détenteur d'une quantité importante de biodéchets, les entités qui produisent ou détiennent des quantités supérieures aux seuils fixés suivants :

Année	Biodéchets	déchets d'huiles alimentaires
2012	120 tonnes/an	1500 litres/an
2013	80 tonnes/an	600 litres/an
2014	40 tonnes/an	300 litres/an
2015	20 tonnes/an	150 litres/an
A partir de 2016	10 tonnes/an	60 litres/an

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

- Objectif cadre fixé aux États européens pour 2020

**Part des énergies renouvelables dans la consommation  
brute d'énergie finale**

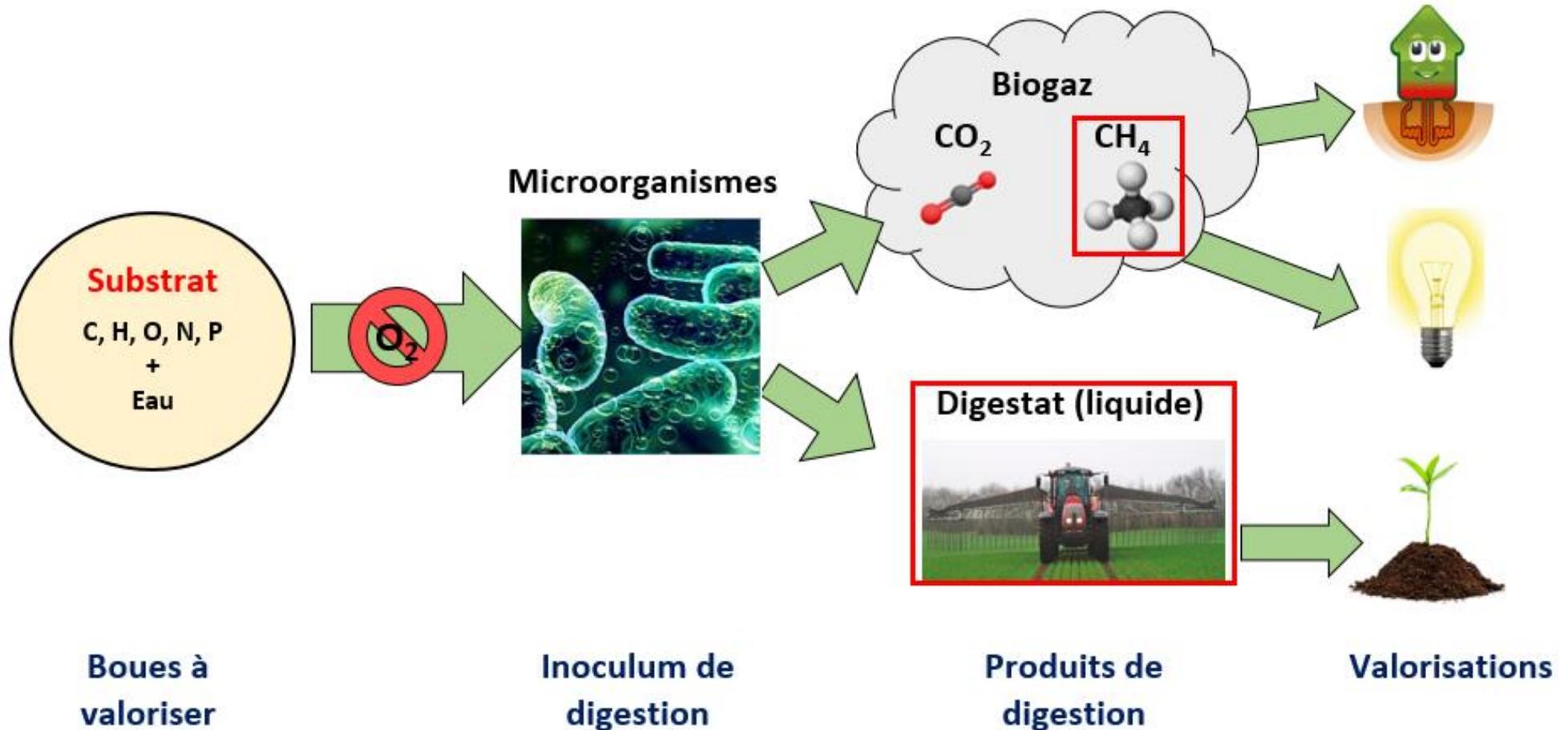


- Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (France, 2013)



- Autonomie énergétique = **moteur de la croissance économique**

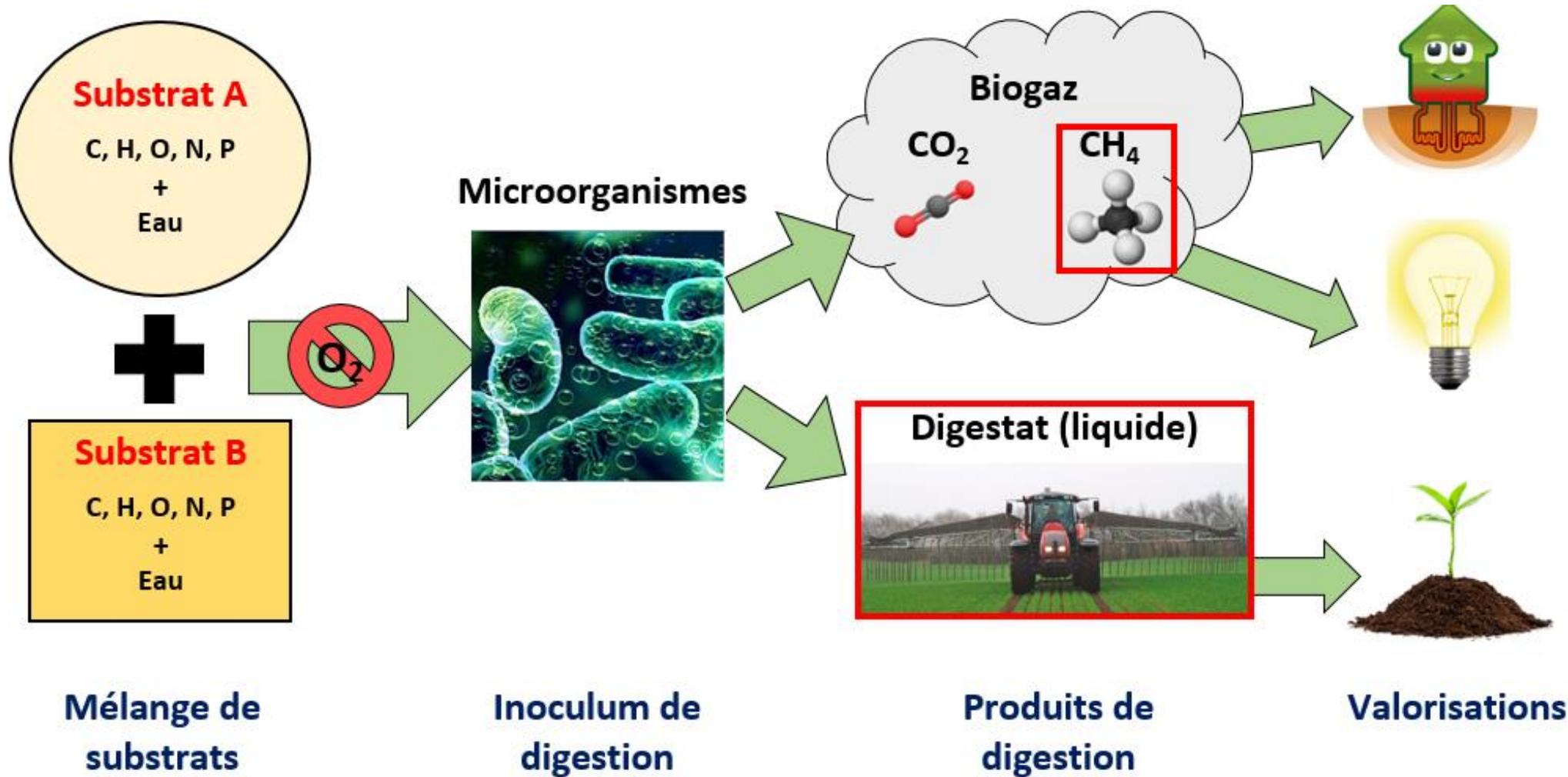
- Méthanisation ou digestion anaérobie de la matière organique



**Teneur en matière sèche moyenne : 5 % ≤ MS ≤ 20 %**

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

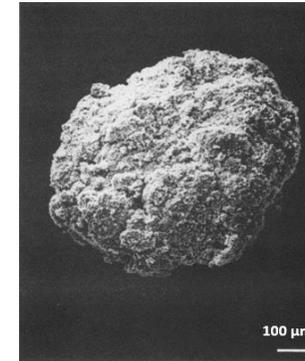
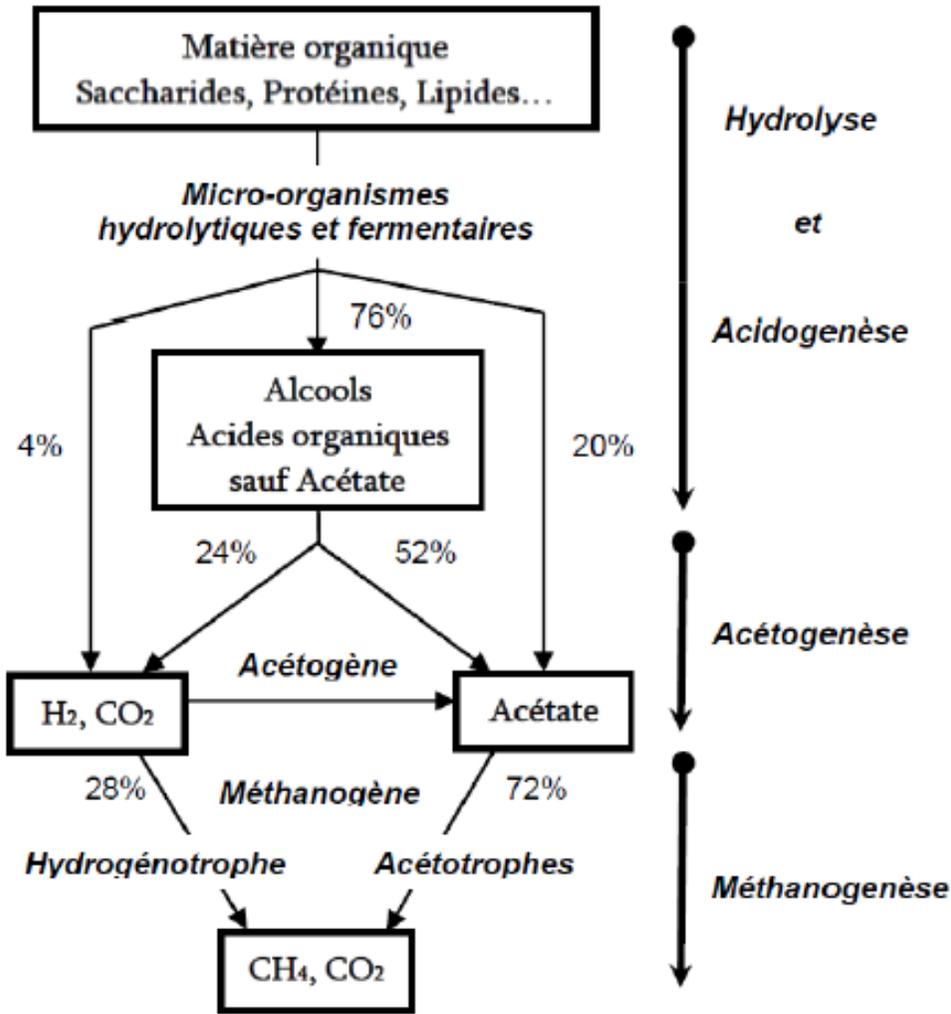
- Méthanisation de co-substrats ou co-digestion anaérobie (**CoDA**)



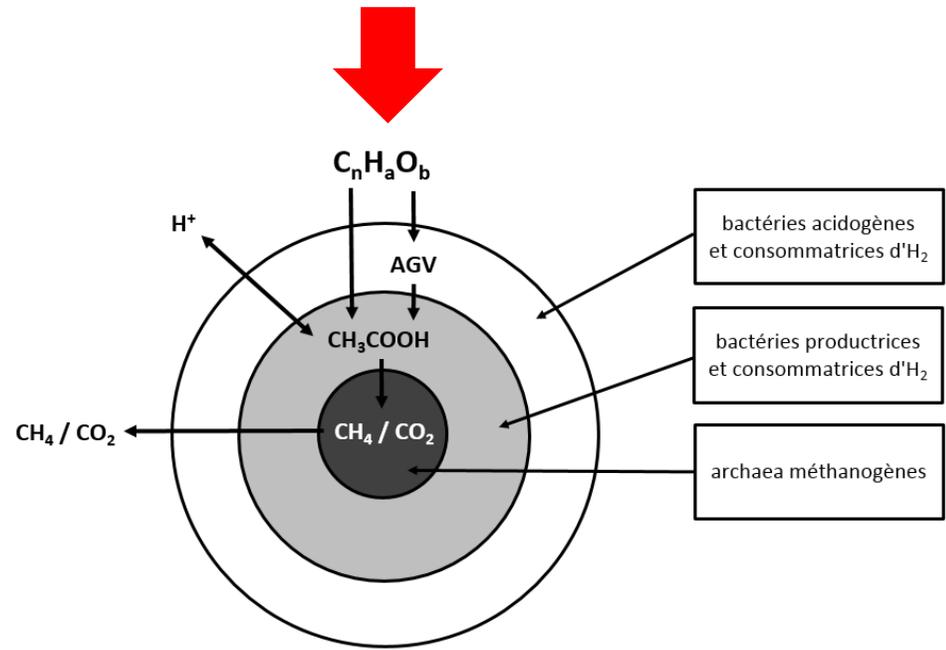
*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

Métabolisme anaérobie

Organisation spatiale du consortium microbien



Source :  
 MacLeod et al., 1990  
 Guiot et al., 1992  
 Cresson, 2006



Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?

- Valeur énergétique des co-produits lipidiques

Références	Formule chimique	PBM $\text{Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{tMO}^{-1}$	Teneur en $\text{CH}_4$ %Biogaz	Cinétique de biodégradation
<b>Lipides</b>	<b><math>\text{C}_{50}\text{H}_{90}\text{O}_6</math></b>	<b>990</b>	<b>70</b>	<b>+</b>
<b>Protéines</b>	<b><math>\text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}_5\text{N}_4</math></b>	<b>634</b>	<b>69</b>	<b>++</b>
<b>Glucides</b>	<b><math>\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5</math></b>	<b>415</b>	<b>50</b>	<b>+++</b>

**PBM** : Potentiel biométhanogène calculé d'après l'équation réactionnelle de Symons et Buswell (1933)

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

- Valeur énergétique des co-produits lipidiques

Références	Formule chimique	PBM $\text{Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{tMO}^{-1}$	Teneur en $\text{CH}_4$ %Biogaz	Cinétique de biodégradation
<b>Lipides</b>	<b><math>\text{C}_{50}\text{H}_{90}\text{O}_6</math></b>	<b>990</b>	<b>70</b>	<b>+</b>
<b>Protéines</b>	<b><math>\text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}_5\text{N}_4</math></b>	<b>634</b>	<b>69</b>	<b>++</b>
<b>Glucides</b>	<b><math>\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5</math></b>	<b>415</b>	<b>50</b>	<b>+++</b>

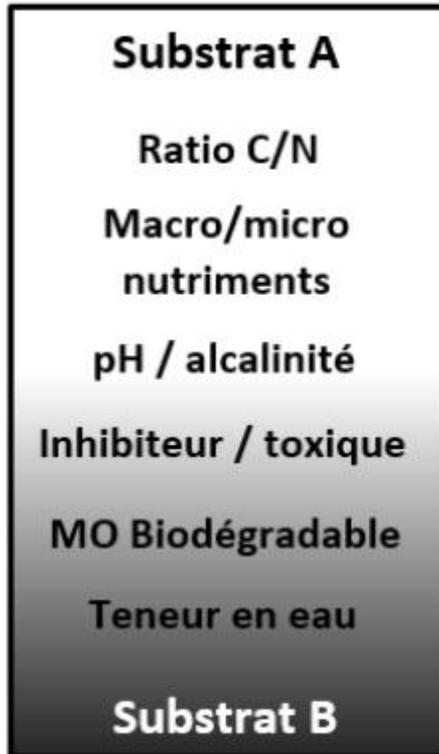
**PBM** : Potentiel biométhanogène calculé d'après l'équation réactionnelle de Symons et Buswell (1933)

### Problématiques liées aux fortes charges en substrats lipidiques :

- Faible cinétique de biodégradation des matrices lipidiques
- Inhibition des activités biologiques par l'adsorption massive d'AGLC sur les floccs microbiens
- Diminution du pH par l'accumulation de métabolites secondaires (p.ex. : acide propionique)

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

## Solution : co-digestion anaérobie des coproduits lipidiques



- Diluer les inconvénients constitutifs des substrats (présence de toxique, taux de MS élevé, faible ratio C/N, etc.)

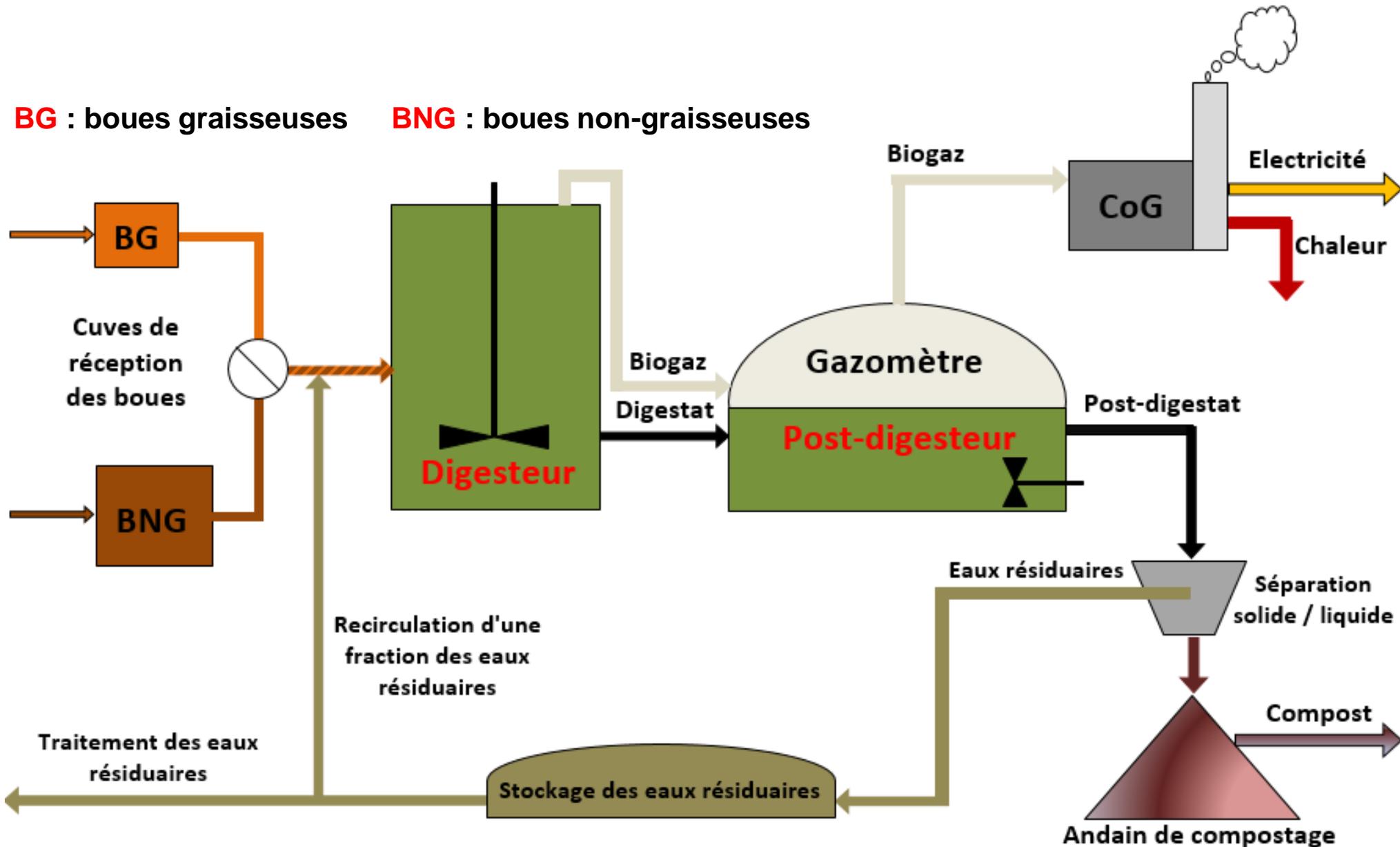
- Cumuler leurs points forts afin de constituer une synergie méthanogène

*Mata-Alvarez et. al., 2009*

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

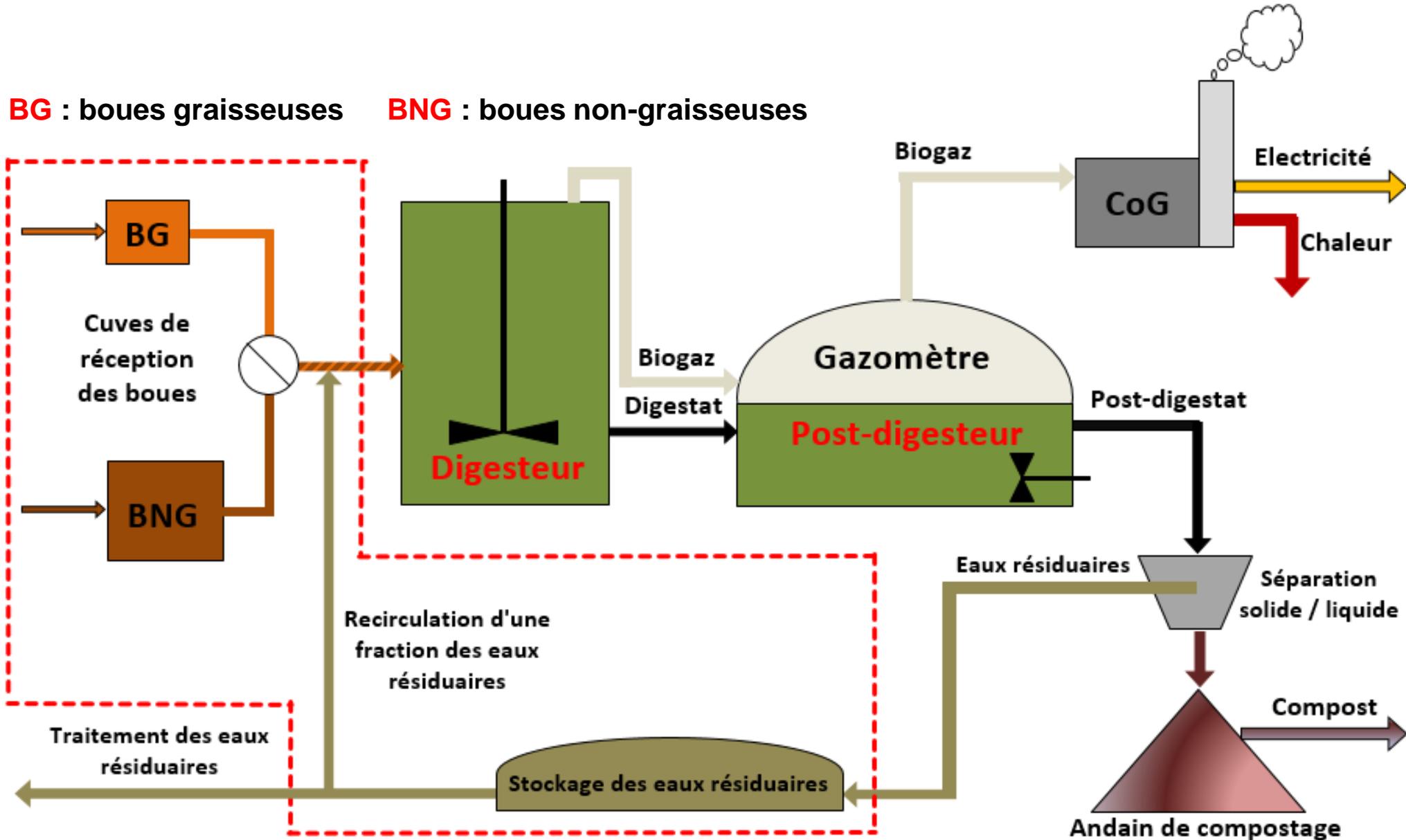
- Méthanisation de co-substrats ou co-digestion anaérobie (**CoDA**)

**BG** : boues grassieuses    **BNG** : boues non-grasseuses



## Gestion des intrants de CoDA

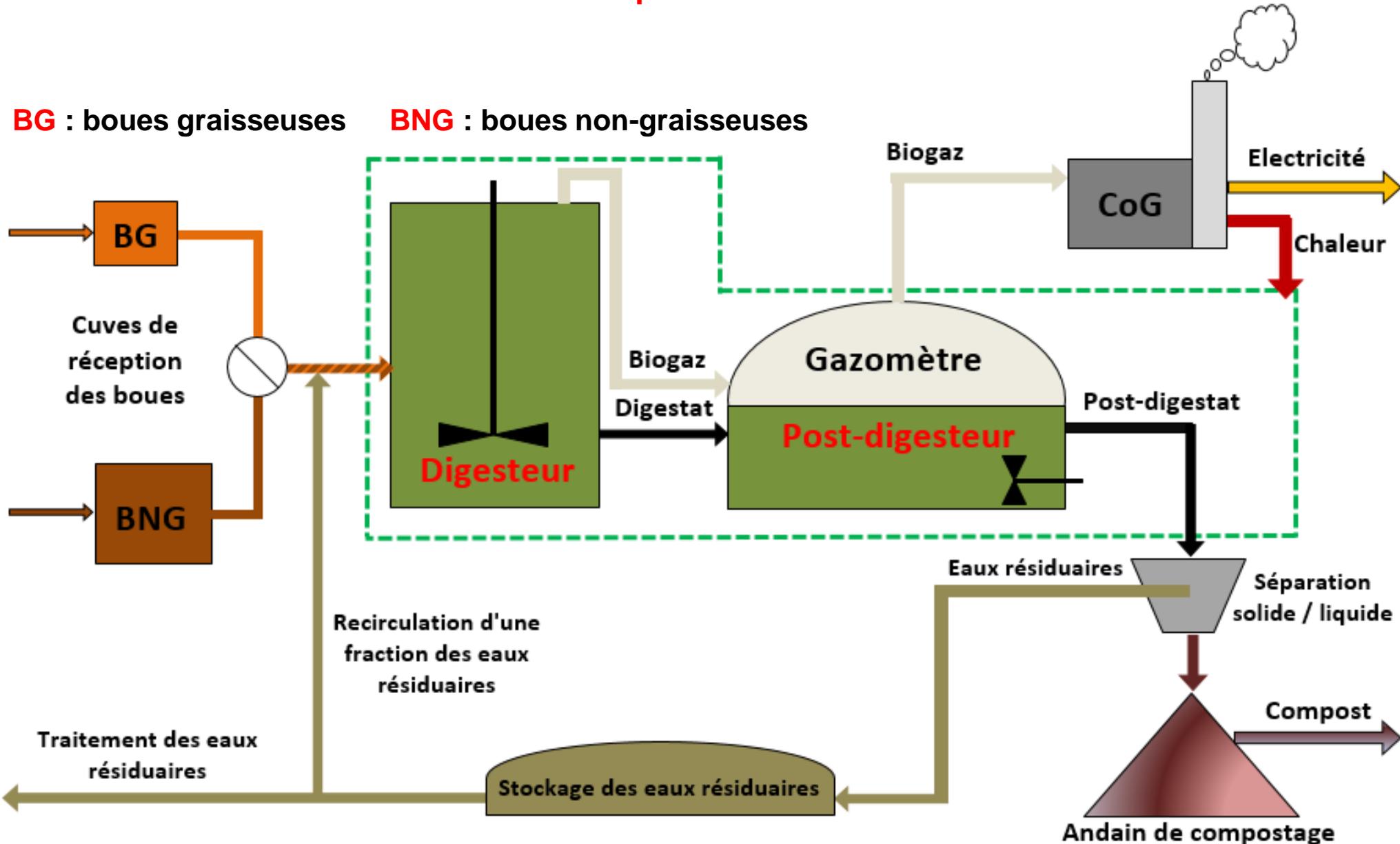
**BG** : boues graisseuses    **BNG** : boues non-graisseuses



### Cœur du procédé de CoDA

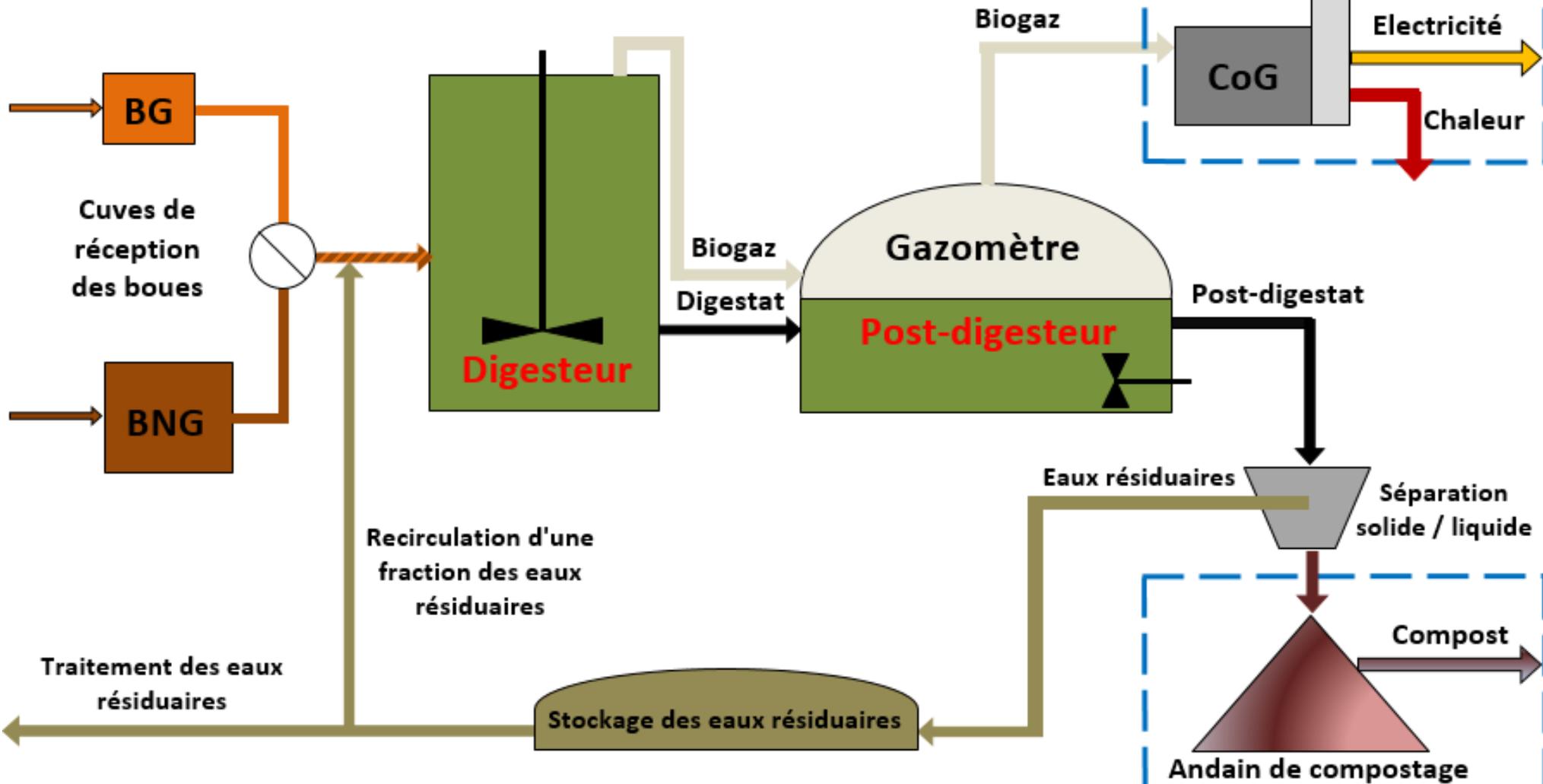
**BG** : boues graisseuses

**BNG** : boues non-graisseuses



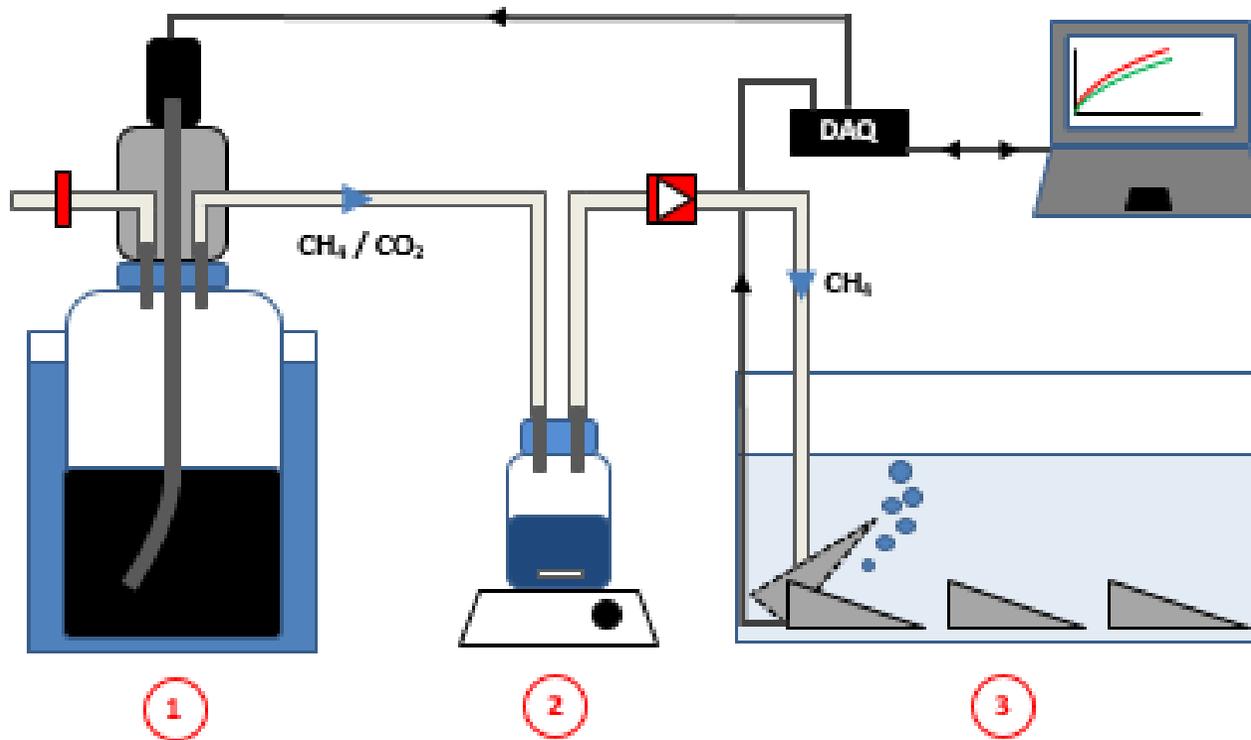
## Valorisation des produits de la CoDA

**BG** : boues grasses **BNG** : boues non-grasses



- Exemple de dispositif expérimental de suivi de la CoDA

Automatic Methane Potential System Tests (AMPTS)  
Bioprocess Control, Pays-Bas



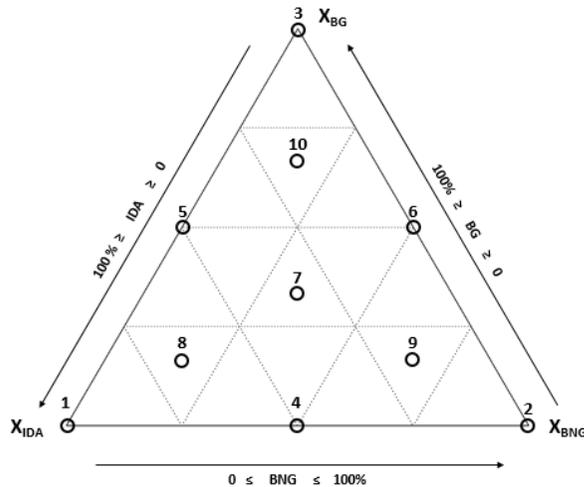
1 – Microcosme de CoDA

2 – Piège à CO<sub>2</sub> (NaOH à 3 mol/L + indicateur coloré)

3 – Cellule de mesure du CH<sub>4</sub> produit

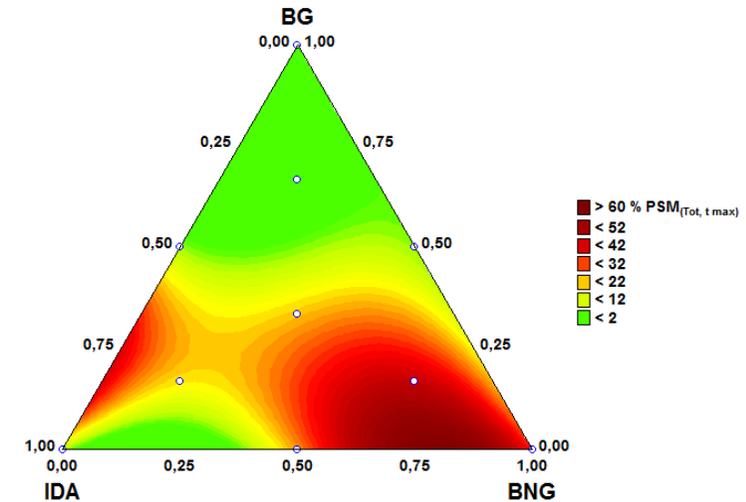
- Méthodologie des plans de mélanges

La formulation en constituants **X** du mélange dicte la réponse méthanogène



$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Surface des réponses **Y**  
« à l'équilibre »



**BG** : boues grassieuses    **BNG** : boues non-grasseuses    **IDA** : Inoculum de digestion



**Y** : production de  $\text{CH}_4$ , rendement de biodégradation, etc.



$Y_{\text{optimum}}$  : l'optima de mélange est ainsi considéré sur l'espace expérimentale selon les contraintes technico-économiques appliquées à l'unité industrielle

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*

## Conclusions

- La valorisation énergétique et agronomique des co-produits lipidiques permet de renforcer la viabilité économique des produits finaux
- La CoDA est une solution adéquate pour la valorisation des co-produits lipidiques
  - Production de chaleur et d'électricité à partir du  $\text{CH}_4$  produit
  - Retour au sol des matières organiques et minérales résiduelles contenues dans le digestat
- L'utilisation d'une méthodologie par plans de mélanges, ainsi que les outils statistiques adéquates permettent d'optimiser l'étude des comportement méthanogène des substrats complexes en mélange

Merci de votre attention

[davidbassard@gmail.com](mailto:davidbassard@gmail.com)

*Les co-produits de la transformation des lipides sont-ils des déchets ou des valeurs ajoutées ?*