



## La méthanisation des résidus fermentescibles urbains

SABER Meryem  
 Maître de Recherche A  
 Division Bioénergie et Environnement - CDER  
 E-mail: m.saber@cder.dz

Les résidus organiques urbains (essentiellement les déchets ménagers fermentescibles) représentent des quantités assez élevées dont une grande partie pourrait être valorisée par des procédés de conversion énergétique (méthanisation, incinération, etc.). A titre indicatif, plus de 7 millions de tonnes de déchets organiques sont générés annuellement en Algérie. La mise en décharge de ces déchets génère des gaz et des lixiviats qui seraient à l'origine de plusieurs risques menaçant la santé publique et l'environnement. En effet, les émissions non contrôlées des gaz à effet de serre et des gaz toxiques, l'infiltration du lixiviat dans les nappes phréatiques, la propagation des maladies à travers des animaux et des insectes, sont les facteurs de risque les plus réponsus dans les décharges sauvages.

La valorisation de ces résidus (par digestion anaérobie) dans des unités de méthanisation permet une production contrôlée du biogaz contenant plus de 50% de méthane convertible en énergie utile (électricité, chaleur, biocarburant) (1). Elle permet aussi de générer un digestat valorisable comme compost organique pour les terres non fertiles.

### Les unités de méthanisation

La figure ci-après présente un schéma classique d'une unité de méthanisation à l'échelle industrielle.

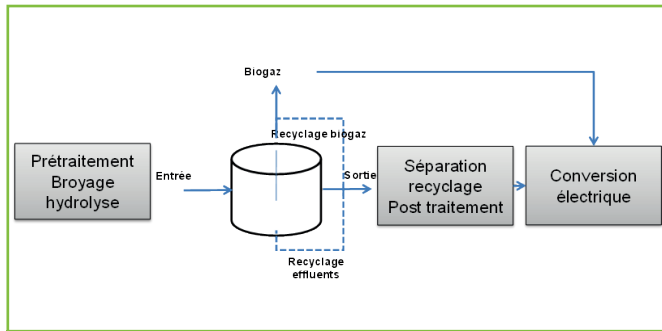


Figure 1: Exemple d'une chaîne classique de méthanisation

Le prétraitement du substrat (tri, broyage, tamisage), la digestion anaérobie (conversion biologique des déchets), la valorisation énergétique du biogaz (conversion du biogaz en d'autres formes d'énergie utile comme l'électricité, chaleur, etc.), le post-traitement des différents effluents issus de la digestion (solides et liquides) sont les principales étapes constituant la chaîne d'une unité industrielle de méthanisation. Il serait aussi nécessaire d'intégrer des équipements pour la purification du biogaz et des effluents à la sortie de l'unité et ce, selon le degré de pureté nécessaire à l'application envisagée.

Les configurations des digesteurs et des systèmes de conversion peuvent varier selon les technologies employées dans ce contexte.

Tableau 1 : Résumé de quelques technologies de méthanisation des résidus organiques urbains (2).

Technologie Industrialisée	Capacité (t/an)	Voie de transformation	Température de transformation	Potentiel biogaz Nm <sup>3</sup> /t
BTA	1000 à 150 000	Voie humide avec un ou deux étages	Mésophile ou thermophile	92
Dranco	3000 à 120000	Voie sèche en un seul étage	Thermophile	128
Kompogas	1000 à 110000	Voie sèche en un seul étage	Thermophile	90
Valorga	10000 à 270000	Voie sèche en un seul étage	Mésophile ou thermophile	121

### Les voies de méthanisation

Il existe plusieurs voies de méthanisation des déchets urbains fermentescibles qu'on pourrait associer à différentes configurations de digesteur.

- Les voies humides (Taux de solide < 20%) avec un seul ou deux étages de digestion. Les temps de séjour varient de 15 à 30 jours et les températures de digestion sont souvent mésophiles. La qualité de digestat pourrait être améliorée en introduisant une étape d'hydrolyse et d'hygiénisation en amont du digesteur. Les digesteurs employés pour les voies humides sont souvent de type infiniment mélangés. Dans ces réacteurs, la biomasse est dispersée dans la masse liquide et sera acheminée à la sortie avec l'effluent. Le temps de rétention des solides serait dans ce cas égal à celui de l'effluent liquide. Comme la croissance du milieu bactérien nécessite un temps de séjour assez long, les débits d'alimentation et de soutirage seraient très faibles notamment pour les réacteurs à faible volume réactionnel.

Néanmoins, les digesteurs mélangés restent de loin les plus utilisés en Europe (Belgique, Allemagne...). Le mélange est assuré en intégrant un agitateur mécanique et/ou en recyclant une partie des effluents à la sortie (effluent liquide et/ou biogaz).

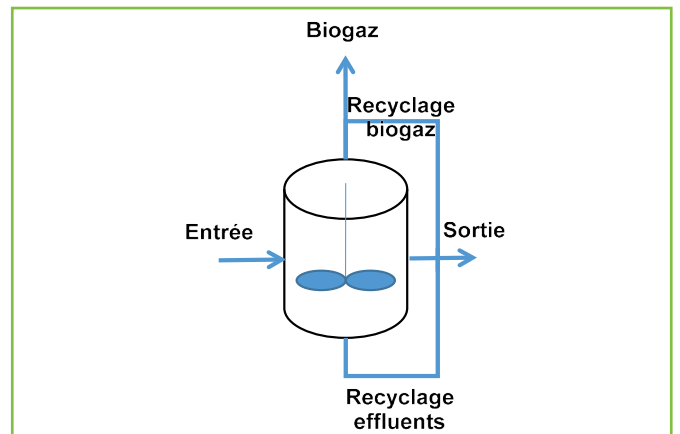


Figure 2: Les différents modes de mélange dans les digesteurs continus

- Les voies sèches (Taux de solide > 20%) avec des temps de séjours supérieurs à 20 jours (peuvent aller jusqu'à 100 jours) et des températures souvent thermophiles (55 °C). Les digesteurs employés sont de type piston (horizontal ou Vertical). Cependant, les températures mésophiles peuvent être aussi appliquées (tableau n° 1) mais avec un rendement en biogaz plus faible et une qualité de digestat inférieure (de point de vue réduction d'espèces pathogènes).

Le tableau n°2 résume quelques avantages et inconvénients relatifs aux différentes voies de méthanisation.

**Tableau 2 : Quelques avantages et inconvénient selon les voies de méthanisation.**

Voie /configuration	Avantage	Inconvénient
Voie humide/un seul étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple à mettre en œuvre</li> <li>- Dilution des inhibiteurs</li> <li>- Faible cout d'investissement et d'opération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un prétraitement cohérent</li> <li>- Perte de matières volatiles</li> <li>- Nécessite des digesteurs de grandes tailles et une consommation élevée d'eau.</li> </ul>
Voie sèche/un seul étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robuste par rapport aux impuretés.</li> <li>- Charge organique élevée</li> <li>- Faible consommation d'utilités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Non adapté aux effluents liquides (Ts &lt; 5%)</li> <li>- Faible contact entre le substrat et les microorganismes</li> <li>- Cout de traitement élevé</li> </ul>
Technologie à deux étages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robuste et efficace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts d'investissement et d'opération très élevés</li> </ul>

La digestion anaérobie présente l'avantage d'être une technique de production peu couteuse, Elle présente l'inconvénient d'être un processus lent en raison de la faible croissance des bactéries anaérobies. La nécessité de contrôler plusieurs paramètres comme le pH et la température du milieu, la composition de la charge organique, les temps de séjour des effluents, etc., rend la conduite de procédé sensible aux éventuelles fluctuations.

Il convient de signaler que pour que les ressources en biomasse soient réellement intéressantes, il faudrait que celles-ci soient facilement exploitables de point de vue technique et économique. La présélection de la charge organique à la source (tri sélectif) ainsi que la valorisation de produit in situ (au niveau des CET par exemple) sont parmi les stratégies qui peuvent rendre une unité de méthanisation économiquement rentable.

### Exemple d'une installation de méthanisation des résidus organiques urbains

L'installation de méthanisation (située au nord de l'Italie) est équipée d'un centre de tri, de deux unités de digestion anaérobie en voie humide, d'une unité de purification et de conversion du biogaz et d'une station de traitement des eaux (figure n°3).

#### • Fonctionnement

L'installation comprend deux digesteurs anaérobies thermophiles avec une capacité de traitement annuelle de 33000 tonnes de déchets organiques. Le premier digesteur possède un volume utile de 700 m<sup>3</sup> et le deuxième de 2500 m<sup>3</sup>. La ville est à caractère agricole, elle compte environ 150 000 habitants générant environ 100 000 t/an de déchets ménagers et assimilés. L'installation est alimentée chaque jour par la fraction fermentescible de ces déchets ménagers

récoltés par un investisseur privé. Environ 250 m<sup>3</sup>/j de déchets organiques (200 t/jour) alimentent le premier digesteur. Le taux de solide total employé est de 12% avec un taux de matière volatile de 85%. Le système d'agitation fonctionne avec une intermittence et les températures imposées pour la digestion anaérobie sont thermophiles (55°C) pour les deux digesteurs.

#### • Conversion énergétique

L'installation produit environ 500 m<sup>3</sup> /j du biogaz composé de 60% de CH<sub>4</sub>. Le biogaz est envoyé après épuration vers un moteur à biogaz d'une puissance de 1 MW. Le surplus de biogaz est envoyé vers une torche. Le digestat est filtré à l'aide d'un système mécanique. La fraction solide est envoyée pour compostage et le liquide est envoyé vers la station d'épuration (Figure n° 3).



### Conclusion

La valorisation des déchets organiques urbains présente plusieurs enjeux socioéconomiques, Elle permet la production d'une énergie utile et d'un compost organique et ce en réduisant en parallèle les volumes des déchets, les espaces de stockage et les gaz à effet de serre.

Cependant, la valorisation par digestion anaérobie nécessite une étape de tri préalable, indispensable pour un fonctionnement optimal de l'unité. Cette voie de valorisation énergétique pourrait donc très bien s'intégrer dans une filière de gestion et de traitement des déchets. Toutefois, pour assurer la pérennité de la filière de méthanisation, il serait important d'intégrer les aspects environnementaux, sociétaux et économiques dans les projets de méthanisation.

### Références

1. B. Lagrange (1988), Biométhane. Tome 2, EDISUD, La Calade, Aix en Provence.
2. Integrated Waste Management Board (2008). Current Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste.