



QU'EST-CE QUE LA METHANISATION ?

DEFINITIONS

 « **Méthanisation** » : procédé chimique en condition anaérobie (sans oxygène) dont l'objectif est de produire du méthane (CH₄)

 « **Matière Organique (MO)** » : Les matières organiques, qu'elles soient d'origine animale ou végétale contiennent les éléments suivants en quantités approximativement décroissantes : carbone (C), hydrogène (H), oxygène (O), azote (N), soufre (S) et phosphore (P)

CE QU'IL FAUT RETENIR

- La méthanisation transforme tout ou partie des intrants de méthanisation. Le résultat de cette transformation est d'un côté un **mélange de gaz** (improprement appelé biogaz) dont le méthane CH₄, et d'un autre côté un **mélange pâteux** (improprement appelé digestat) dont les fractions solides et liquides sont globalement riches en azote.
- Comme le **rendement** du méthaniseur et l'**innocuité** des produits de méthanisation dépendent directement de la nature des intrants de méthanisation, il convient de **scrupuleusement vérifier** la composition de tout ce qui rentre dans le réacteur de méthanisation.

La Méthanisation en quelques mots :

La méthanisation est un procédé chimique consistant à produire du méthane (CH_4). Les réactions chimiques sont opérées en absence d'oxygène (anaérobie), dans un réacteur de méthanisation.

Le réacteur de méthanisation est parfois appelé « digesteur ». Ce terme est inapproprié car il fait sous-entendre un processus naturel de digestion, alors qu'il n'en est rien : les réactions chimiques en jeu dans un réacteur de méthanisation sont très différentes de celles opérant dans un tube digestif, et dans un tube digestif des réactions existent qui ne sont pas présentes dans le réacteur de méthanisation.

Un bon aperçu de la dimension moyenne d'une usine de méthanisation (Figure 1) correspond à 20000 - 30000 tonnes d'intrants de méthanisation, des réacteurs, cuve stockage, chacun de plusieurs milliers de m^3 , entrpts et circuits de distributions.



Figure 1 : L'usine Valdis à Issé, ouverte en 2013. Photo Liberté Bonhomme Libre.

Pour pouvoir produire du méthane en conditions anaérobies, il faut :

- des matières premières organiques appelées « intrants de méthanisation » qui contiennent au moins du carbone (le « C » de « CH_4 ») : ce sont des déchets végétaux, animaux ou résidus divers. Le « H » de « CH_4 » est toujours présent dans la matière et dans l'eau (H_2O).

- décomposer les matières précédentes, puis former CH_4 . Ceci est réalisé par des bactéries méthanisantes, qui sont introduites en début de réaction. Le résultat de cette décomposition libère de l'azote, de l'hydrogène, du soufre ... qui forment différents gaz et des substances en solution dans la partie liquide du digestat.

Quels sont les produits de la Méthanisation :

Les produits chimiques issus de la méthanisation sont des gaz, des liquides et des solides :

Gaz : dans des conditions de fonctionnement correctes, le mélange de gaz produits est constitué en majorité de méthane (50-75%), de gaz carbonique (CO_2) pour 20-30%. Les gaz minoritaires (5-10%) restants sont H_2S , NH_3 , N_2O , H_2 , N_2 et des Composés Organiques Volatils (COV).

Liquides : la phase liquide est pour environ 80% constituée d'azote ammoniacale (ions ammonium NH_4^+ et ions hydroxydes OH^-), le reste étant des composés solubles (potassium, un peu de phosphore dissouts).

Solides : la phase solide représente les 20% restants environ. Elle est constituée principalement de matière organique résiduelle (fibres non décomposées par les bactéries méthanisantes : celluloses, lignines), de phosphore et de potassium.

Les produits liquides et solides sont souvent regroupés sous l'appellation « digestat ». Pour les mêmes raisons que « digesteur » est une dénomination impropre, le terme « digestat » l'est aussi.

Quelles quantités de produits pour 10 tonnes d'intrants de méthanisation :

Gaz (1,7)	Digestat (8,3)	
	Liquide (7,8)	Solide (0,5)
CH_4 (1) CO_2 (0,42) $\text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3, \dots$ (0,28)	NH_4 (0,03) N_{total} (0,04) K_2O (0,02)	MO résiduelle : (0,1) P_2O_5 (0,005) NH_4 (0,001) N_{total} (0,004)

Qualités des réactifs et des produits :

Tous les éléments des intrants de méthanisation se retrouvent dans les phases gazeuses, liquides et solides produites, mais pas forcément sous la même forme.

De la matière organique initiale introduite dans le méthaniseur, il ne reste approximativement que 3%, qui se retrouve dans la phase solide. A l'issue du processus de méthanisation, les chaînes carbonées courtes sont transformées en CH_4 , et les chaînes carbonées longues (cellulose, lignine) se retrouvent dans la phase solide.

L'azote des intrants de méthanisation est complètement transformé. Initialement présent sous forme minérale ou dans des chaînes carbonées de la matière végétale et animale, il se retrouve sous formes minérales (suite à un mécanisme de minéralisation de l'azote) seulement lié à l'hydrogène : NH_3 (gazeux) ou ammoniac, et l'ion ammonium NH_4^+ (aqueux) dissout dans le liquide, où il forme une solution très basique, ou ammoniacale.

Tous les éléments entrants dans le méthaniseur doivent en sortir. Il faut donc veiller scrupuleusement à ne pas faire entrer des éléments dangereux (métaux lourds, médicaments, produits toxiques ...). En effet, souvent les fractions liquides et solides seront épandues sur les sols ou enfouies dans les sols et peuvent représenter un danger sanitaire ou un risque environnemental.

Conditions de bon fonctionnement d'un méthaniseur :

Un méthaniseur fonctionne correctement si le rapport entre le nombre de carbone et d'azote (rapport C/N) est compris entre 20 et 30. Pour $\text{C/N} < 20$ l'excès d'azote entraîne une surproduction de NH_3 qui a un effet délétère sur les bactéries méthanogènes qui ne produisent plus de CH_4 . Pour $\text{C/N} > 30$, il y a consommation rapide de l'azote et faible production de gaz.

Certaines matières riches en soufre génèrent la formation d'hydrogène sulfuré (H_2S), gaz dangereux et dépressif pour les bactéries méthanogènes. Ce gaz est aussi très corrosif pour l'ensemble des circuits d'un méthaniseur.

Certains éléments métalliques comme le cuivre et le zinc, présentent aussi cet effet dépressif. Les matières plastiques peuvent entraîner un moussage en réacteur.

Tous ces éléments dépendent des intrants de méthanisation, qu'il faut donc surveiller étroitement.