



Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Digestion anaérobie et biogaz : une histoire ancienne pour aujourd'hui et pour demain

Jean-Philippe STEYER

Directeur de recherche – INRA

Je vais vous parler aujourd'hui de la digestion anaérobie que l'on appelle aussi méthanisation et essayer de vous montrer que c'est une histoire ancienne pour aujourd'hui et pour demain pour produire des énergies renouvelables, et on va voir toute l'histoire de ce procédé magique.

- Donc si on repart sur le fondamental, donc le méthane, le méthane c'est un composé chimique naturel composé de quatre atomes d'hydrogène et d'un atome de carbone qui a été découvert par Alessandro VOLTA, en 1776, qui étudiait le gaz inflammable des marais, donc c'est-à-dire les feux follets que l'on produit en remuant la vase des marais poitevins par exemple.
- ⇒ Pour la petite histoire, VOLTA a aussi inventé la première pile électrique.
- Le méthane est un composé qui est le plus simple des hydrocarbures donc vous avez ici l'équivalent énergétique d'un mètre cube de méthane et un mètre cube de méthane par exemple ça représente un peu plus d'un litre d'essence, un litre de mazout ou 9,7 kWh d'électricité.
- C'est un processus obtenu de façon naturelle, vous avez ici un des meilleurs méthaniseurs si l'on peut appeler ça comme ça, donc la vache qui est bien connue pour

les émissions de gaz à effet de serre à travers le méthane et sur la droite, vous avez une vache, (c'est un brevet argentin), qui récupère le méthane produit par les vaches et pour ensuite le valoriser.

- Quelques exemples de production de méthane :
 - Donc on l'a évoqué, les feux follets, donc les gaz de marais ;
 - vous le retrouvez aussi dans les fonds noirs au fond des océans (donc c'est l'image en bas à gauche) ;
 - les termites, les termites sont un excellent producteur de méthane au même titre que la vache ;
 - et puis les rizières également qui sont un processus naturel de production de méthane.
- ⇒ En bas à droite, vous avez un procédé de récupération du méthane, donc enfoui sous terre, issu de la décomposition de la matière organique par des micro-organismes.
- En effet, le méthane est dégradé par des bactéries, des micro-organismes, donc ce sont des millions de micro-organismes qui travaillent ensemble et qui ont la particularité de pouvoir dégrader la matière organique sans oxygène.
- ⇒ Donc la matière organique, si vous prenez le Larousse, une définition c'est dans le sol par exemple, c'est l'ensemble des composés cellulosiques de lignine et de protéines d'origine essentiellement végétale et fournis par les litières de feuilles et des rameaux et par les racines.
- Donc la matière organique, sans oxygène, est dégradée par des bactéries qui vont se développer (donc c'est le petit chemin qui est en bas), produire quelque chose que l'on appelle le bio gaz qui est composé pour grande partie de méthane et un peu de CO₂ et la matière organique qui n'est pas dégradée va être appelée la matière organique résiduelle.
- Donc pourquoi attendre des millénaires pour avoir de l'énergie ? Hier et aujourd'hui, le méthane était essentiellement obtenu par extraction du méthane enfoui dans les couches terrestres et qui va servir après avec du gaz naturel par exemple.
- Mais on peut utiliser aussi ce que l'on vient de voir, donc la méthanisation ou la digestion anaérobie pour produire de l'énergie à partir des matières organiques issues des effluents par exemple agroindustriels, issues des boues de stations d'épuration, issues de nos poubelles (donc tout ce qui est déchets urbains) et puis également issus de résidus agricoles.

- ⇒ Donc ces micro-organismes vont dégrader cette matière organique pour produire le méthane qui va être valorisable sous forme énergétique et la matière organique résiduelle qui va servir de fertilisant et d'engrais pour les sols après pour pouvoir par exemple favoriser des cultures.
- C'est aujourd'hui une réalité, c'était hier également une réalité, vous avez ici la cuisinière Gazelle qui fonctionne dans les années 50, qui fonctionnait avec le gaz que l'on appelait le gaz de fumier qui n'est rien d'autre que la décomposition du fumier par des micro-organismes donc selon le processus de méthanisation.
- Vous avez ici d'autres exemples de méthaniseurs, donc les deux sur la gauche sont des méthaniseurs agricoles qui vont traiter les résidus agricoles, ceux du milieu sont des effluents industriels donc qui vont produire également du méthane à partir de rejets issus de l'industrie, essentiellement agroalimentaire, et sur la droite, des exemples dans les pays en voie de développement de méthaniseurs qui servent à produire de l'énergie localement.
- ⇒ Un schéma donc d'une installation de méthanisation à la ferme, donc la méthanisation à la ferme va par exemple traiter des déchets agricoles, de l'ensilage, des déchets de restauration ou de collectivités, tout ce qui est les rejets du type fumier, lisier ou déchets d'abattoirs également et puis les boues de stations d'épuration, tout cela va être mis en contact au sein d'un digesteur qui va produire à la fois le bio gaz, donc le bio gaz va pouvoir valorisé sous forme électrique et chaleur par cogénération (donc ça c'est une première voie de valorisation) mais également le bio gaz peut être réinjecté dans le réseau de gaz naturel ou utilisé comme biocarburant pour des voitures au type GNV.
- En sortie de ce méthaniseur, la matière organique résiduelle va pouvoir soit être épandue directement sur les sols, soit être compostée pour servir d'engrais futur.
- Des exemples de biocarburants, donc vous avez des exemples dans l'Est la France, vous avez un exemple à Lille.
- ⇒ Vous pouvez remplir le réservoir de votre voiture avec du bio gaz, vous pouvez faire rouler ce que l'on appelle des flottes captives qui vont être soit des bennes à ordures, soit des bus, mais également vous avez ici l'exemple d'un tracteur autrichien et puis d'une voiture, essentiellement celle-là en Suède, qui est en avance sur l'utilisation du bio gaz comme biocarburant.
- Une carte des méthaniseurs en France, donc vous avez à peu près 200 méthaniseurs aujourd'hui qui sont en activité ou qui vont être prochainement en activité qui couvrent l'ensemble du territoire.
- Un autre exemple de valorisation future de la méthanisation, c'est ici vous avez la page de garde d'un ouvrage qui est disponible sur le site Internet de l'INRA, qui était une

expertise collective sur la contribution de l'agriculture française à la réduction des gaz à effet de serre, des émissions de gaz à effet de serre.

- ⇒ Donc il y a 10 actions techniques qui ont été évaluées, parmi elles la méthanisation.
- ⇒ Il faut savoir que sur les 500 et quelques millions de tonnes de CO₂ émises par la France chaque année, l'agriculture en produit à peu près 20 %, et si jamais - sans changer la production agricole, sans changer le revenu pour l'agriculteur -, si jamais on installait des méthaniseurs partout en France pour traiter les résidus agricoles, et bien on pourrait éliminer 30 % des gaz à effet de serre issus de l'agriculture ce qui est énorme et ce pour un prix relativement modique puisque ça tourne autour de 20/25 € la tonne de CO₂ évitée.
- Donc l'État a lancé des plans, donc ici le Plan Energie Méthanisation Autonomie Azote, lancé par le ministère de l'agriculture et le ministère de l'écologie qui prévoit qu'aujourd'hui (donc c'était en 2013), l'objectif était de passer de 90 installations sur le territoire à plus d'un millier en 2020.
- ⇒ Il faut savoir, comme je vous le disais, aujourd'hui il y a à peu près 200 installations donc c'est en bonne voie pour que ça puisse se développer très prochainement.

Donc pour conclure, la méthanisation, la digestion anaérobie donc c'est un procédé biologique issu de la nature, totalement naturel et sans OGM, c'est un procédé qui traite nos résidus à la fois liquides, à la fois solides, c'est un procédé qui valorise nos résidus, on l'a vu, énergie ou fertilisants, la production d'énergie peut servir à produire à la fois soit de l'électricité soit de la chaleur, soit un biocarburant pour des flottes captives, soit être réinjectée directement dans le réseau de gaz.

C'est une filière aussi qui crée des emplois de proximité et non délocalisables. Aujourd'hui la France a à peu près 1500 emplois directement liés au bio gaz, il faut savoir que l'Allemagne - l'Allemagne est en avance -, donc l'Allemagne compte à peu près 8000 méthaniseurs à la ferme pour 50 000 emplois directement sur place.

⇒ A titre de comparaison, AREVA c'est 40 000 emplois.

C'était également une filière stratégique pour notre autonomie énergétique, c'est le ministre de l'agriculture, Monsieur le Foll qui a annoncé que si jamais on valorisait tous nos déchets, on pourrait se passer des importations de gaz naturel de Russie.

Voilà, je vous remercie de votre attention et si vous avez plus envie d'informations, un site Web est disponible sur le laboratoire de biotechnologie de l'environnement de l'INRA à Narbonne.