

# La valorisation énergétique du biogaz issu des centres de stockage de déchets ménagers

La Rédaction<sup>1</sup>.

## Généralités

Le biogaz est produit par fermentation anaérobie de matières organiques animales ou végétales, selon un processus en trois étapes : hydrolyse, acidogénèse et méthanogénèse. Il se compose principalement de méthane et de gaz carbonique et renferme aussi des quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré, d'oxygène, ainsi que des traces d'aromatiques, de composés organo-halogénés (chlore et fluor) et de métaux lourds.

La fabrication de biogaz se fait naturellement dans certains environnements (gaz des marais par exemple) et spontanément dans les centres de stockage de déchets ménagers. Il s'agit donc d'un processus de dégradation des déchets organiques, que l'on peut appliquer aux ordures ménagères brutes ou triées (partie fermentescible), aux boues de stations d'épuration, aux déchets organiques industriels et aux déchets de l'agriculture et de l'élevage. La production de biogaz concerne donc une diversité d'installations, en particulier les centres de stockage de déchets ménagers et les stations d'épuration.

Le méthane, principal composant du biogaz, étant particulièrement nocif au regard de l'effet de serre, la réglementation a été renforcée et l'arrêt du 9 septembre 1997 impose désormais aux exploitants de centres de

stockage de déchets (CSD) de capter le biogaz et de le valoriser ou, à défaut, de le brûler en torchère.

Seul le méthane contenu est valorisable et, selon le mode de valorisation, on s'efforce d'extraire les autres composants, comme indiqué ci-dessous :

- valorisation chaleur : extraire eau, hydrogène sulfuré ;
- valorisation électricité : extraire eau, hydrogène sulfuré, organo-halogénés éventuellement ;
- valorisation carburant : extraire eau, hydrogène sulfuré, organo-halogénés, gaz carbonique, métaux ;
- valorisation réseau gaz : extraire hydrogène sulfuré, organo-halogénés (éventuellement), gaz carbonique, métaux et oxygène éventuellement.

La **valorisation chaleur** peut s'appliquer à des cas très divers : chauffage d'équipements (piscine, serre...), fourniture de vapeur industrielle (papeteries, aciéries...), deshydratation de fourrage, évaporation de saumures de lixiviats de CSD, etc. Il n'y a pas de préparation spécifique du biogaz pour la combustion en chaudière. L'élimination de l'eau n'est nécessaire que pour transporter le biogaz sur de longues distances (> 200 m), pour éviter la formation de condensats.

La **production d'électricité** peut se faire seule ou en cogénération en utilisant une chaudière au biogaz, suivie

1. Remerciements à Alain Potez et Philippe Samat (GRS Valtech, Onyx) pour leur aide dans l'élaboration de ce document.

d'une turbine à vapeur. Une autre voie consiste à utiliser des moteurs à gaz, plus coûteux et exigeant au moins 35% de méthane dans le biogaz, ce qui implique de le traiter. Le traitement comporte un séchage suivi d'un traitement d'élimination (suivant taux) des siloxanes (composés organo-volatils, COV-Si, qui forment des oxydes de silice lors de la combustion) pour les moteurs, ou une élimination complète des siloxanes pour les turbines à gaz (TAG). Par ailleurs, on considère que la production d'électricité n'est rentabilisable qu'au-delà d'un débit consommé de 400 m<sup>3</sup>/h.

Une des plus grosses réalisations de production est celle de la station d'épuration d'Achères (78) où l'on produit 150 000 m<sup>3</sup> par jour de biogaz à 65% de méthane, soit l'équivalent de 211 millions de kWh. Le biogaz assure 60% des besoins énergétiques de la station : production d'électricité, déshydratation des boues, etc.

La production de **carburants** reste limitée car, dans ce cas, il faut au moins 96% de méthane. Il y a néanmoins quelques exemples de réalisation. À Lille, par exemple, la Communauté urbaine a lancé un projet pilote de bus fonctionnant au biogaz, soutenu par la Communauté européenne. Le procédé de préparation, installé à la station d'épuration de Marquette, permet d'obtenir un biogaz à 98% de méthane. La viabilité du projet expérimental ayant été démontrée, une exploitation industrielle est prévue.

Dans le centre de stockage d'ordures ménagères de Sonzay, près de Tours, plusieurs alvéoles ont été spécialement aménagées pour garantir la qualité du biogaz, notamment une teneur en air inférieure à 0,5%. Environ 10% du biogaz émis sont traités pour produire de l'ordre de 50 m<sup>3</sup>/h de biogaz carburant, ce qui permet d'alimenter une trentaine de véhicules des services techniques de la ville de Tours.

### Exemple de l'installation de Mézières-Lez-Cléry (Loiret)

Située à une dizaine de kilomètres au sud-ouest d'Orléans, cette installation de valorisation du biogaz en électricité est une des premières à avoir fonctionné en France et son caractère expérimental a justifié une aide couvrant environ 50% de l'investissement (ADEME et Centre de recherche énergie et déchets de Véolia Environnement, CREED). La production d'électricité a commencé en 1999 (Photos 1 et 2).

Ce sont les ordures ménagères qui ont un bon pouvoir fermentescible, contrairement aux déchets industriels banals qui fournissent un mauvais biogaz. Dans le centre de stockage de Mézières, ces derniers sont malheureusement présents en abondance, notamment sur les dernières années de remplissage. Cette situation pénalise la production d'un biogaz de qualité. L'épaisseur des



Photo 1. Vue de l'installation de valorisation du biogaz à Mézières-lez-Cléry (cliché G. Sustrac).



Photo 2. Vue de proximité de l'installation de valorisation du biogaz à Mézières-lez-Cléry (cliché G. Sustrac).

déchets atteint 18-20 m au maximum.

Une quarantaine de puits de pompage de biogaz sont répartis sur l'ensemble de l'aire de stockage, mise en dépression entre les membranes inférieure et supérieure (Photo 3). Contrairement aux lixiviats qui sont collectés au point bas de chaque alvéole, pour le biogaz, l'ensemble du site forme un tout. Les puits de pompage sont crépinés et le gaz collecté est acheminé par des conduites reliées à la canalisation centrale d'acheminement du gaz à l'usine. Sur chaque puits, une vanne de régulation permet de contrôler le débit du gaz et d'autres mesures sont faites, en particulier pour déterminer la teneur en méthane. Le circuit comporte aussi des points de purge (regards) qui permettent d'extraire l'eau du circuit quand elle pose problème.

Ce système permet de réguler la production de biogaz de façon à faire face au mieux à la variabilité saisonnière. En été, la production de biogaz est plus forte avec l'accroissement de température. En hiver, alors que le potentiel de production est moins élevé, le besoin de biogaz est plus élevé, car la demande d'électricité est plus



Photo 3. Vue de puits de collecte de biogaz à Mézières-lez-Cléry (cliché G. Sustrac).

forte et le tarif EDF meilleur (dans le cas du contrat pour l'installation de Mézières-Lez-Cléry). L'idéal est de disposer d'une production régulière de biogaz comportant 45% de méthane. Cet objectif est plus délicat à atteindre en hiver car il faut pomper plus, ce qui conduit à un biogaz moins riche. C'est en jouant sur chaque point de régulation, puisque la qualité du gaz est variable à cette échelle, que l'on parvient à optimiser l'ensemble du système. Ceci nécessite presque une intervention au jour le jour.

Initialement, le biogaz, acheminé par la grande canalisation centrale, était lavé en tête de centrale pour éliminer les particules solides et l'hydrogène sulfuré. L'absence d'eau courante sur le site, donc la nécessité d'un transport d'eau, pour satisfaire un besoin de 1 m<sup>3</sup>/h et des performances aléatoires ont conduit à supprimer cette opération. Le biogaz, qui renferme à l'arrivée entre 100 et 200% d'humidité, passe ainsi directement au sécheur, puis dans la turbine (surpresseur). Celle-ci, d'un côté aspire le gaz en créant une dépression à -30 mbars et, de l'autre, le surpresse à + 180 mbars. Le biogaz est ensuite brûlé dans deux moteurs qui font chacun tourner un alternateur qui leur est couplé. En marche courante, le besoin est de 600-800 m<sup>3</sup>/h à 45% de méthane. Enfin, deux torchères, une petite et une grande, permettent de brûler les gaz en cas de besoin. La puissance de l'installation, est de 1 MW.

L'installation a été montée par GRS Valtech, filiale d'Onyx (groupe Veolia). Les moteurs ont été fabriqués par Jenbacher Energie, entreprise autrichienne de renommée européenne, qui a aussi assuré le couplage avec les alternateurs Leroy-Somer fabriqués à Orléans.

L'installation de Mézières-Lez-Cléry étant ancienne, la convention avec EDF régissant la fourniture d'électricité distingue deux saisons : été et hiver. De novembre à fin

mars, le tarif est de 49 euros par MWh, pouvant atteindre 80 euros avec la prime de disponibilité, d'où l'intérêt de produire le maximum de courant durant cette période. En été, le tarif est de 28 euros/MWh. Ces chiffres sont à comparer aux 61 euros/MWh pour le nouveau tarif annuel.

## Perspectives

Comme le montre le tableau ci-dessous, qui donne la répartition de la production de biogaz dans les pays de l'Union européenne, le Royaume-Uni arrive de loin en tête, suivi par l'Allemagne puis par la France, cette dernière ne représentant qu'environ le quart de la production du Royaume-Uni.

Pays	2002	2003
Royaume-Uni	1 076	1 151
Allemagne	659	685
France	302	322
Espagne	168	257
Italie	155	155
Pays-Bas	149	154
Suède	76	76
Portugal	76	76
Autriche	59	64
Danemark	62	62
Belgique	56	56
Grèce	42	42
Irlande	28	28
Finlande	18	18
Luxembourg	2	2
<b>Total UE</b>	<b>2 999</b>	<b>3 219</b>

Tableau. Production de biogaz de l'Union européenne, en milliers de tonnes équivalent pétrole (source : EurObserv'ER - IEA - Solagno - IDAE).  
Le baromètre européen des énergies renouvelables, 4<sup>ème</sup> rapport, Observ'ER.

En France, il existe une trentaine d'installations de biogaz fonctionnant sur déchets ménagers de centre de stockage, dont environ un tiers chez Onyx. La collecte du biogaz est obligatoire, selon la réglementation, mais le fait d'éviter de brûler le gaz généré dans des torchères constitue un apport pour la protection de l'environnement et la limitation des émissions de gaz à effet de serre.

Au niveau de l'électricité produite, même si certaines installations ont une puissance supérieure à celle de Mézières-Lez-Cléry (2 MW, par exemple, dans les installations Onyx de Clermont-Ferrand et de Bordeaux), le potentiel à l'échelle nationale reste très modeste (de l'ordre de 70 MW). Par contre, il existe un potentiel important pour les installations utilisant des boues de stations d'épuration, à l'image de l'exemple d'Achères.