



TerraWatt est une jeune société dont l'essentiel de l'activité à ce jour est le développement d'un procédé innovant de production de biométhane de synthèse injectable dans les réseaux.

Terrawatt a conçu un procédé qui assemble de façon nouvelle des briques technologiques existantes de pyrolyse et de méthanation par voie biologique. Nous appellerons **PyroBioMéthanation** un tel procédé.

Ce procédé a fait l'objet de deux demandes de brevet.

CAHIER D'ACTEUR

L'injection de biométhane de synthèse issu de pyrogazéification, pour répondre aux enjeux de la transition énergétique

LES OBJECTIFS

L'objectif de TerraWatt est de développer et commercialiser des unités industrielles de PyroBioMéthanation, dont l'objet sera la production de biométhane issu de matières peu ou pas fermentiscibles et non recyclables. Le biométhane de synthèse obtenu sera majoritairement injecté dans les réseaux.

Les deux fondateurs de la société TerraWatt, Yann Mercier et Sébastien Couzy, ont, par le passé, créé et dirigé Methaneo, une société de développement, construction, investissement et exploitation d'unités de méthanisation territoriales.

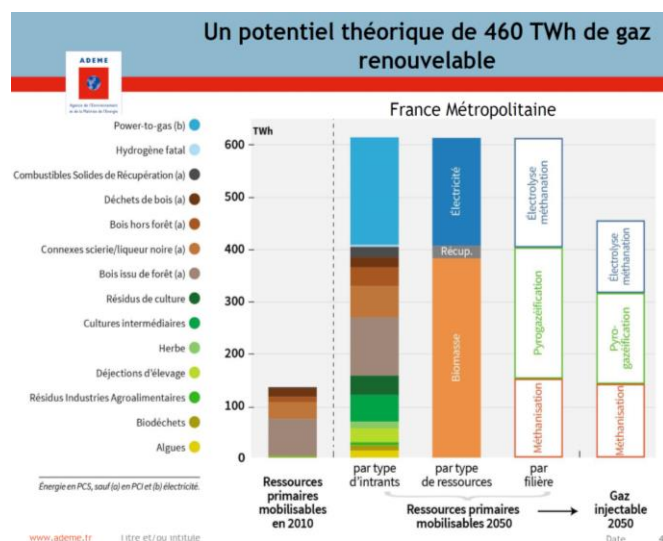
A ce titre, ils possèdent une large expérience dans l'exploitation d'unités industrielles complexes de production de gaz renouvelables (notamment l'unité de méthanisation Tiper à Thouars). Cette expérience contribuera à inscrire TerraWatt dans une approche pragmatique et économique, avec une vision claire des contraintes engendrées par « l'upscaling » et l'exploitation des solutions technologiques qui sont proposées.

L'objectif de ce document est de présenter concrètement les avantages de la production de biométhane de synthèse issu de la pyrogazéification, en particulier par procédé de PyroBioMéthanation.

LES ENJEUX

Les perspectives de développement de la filière biométhane sont importantes et celle-ci pourrait représenter à terme, et selon les divers scénarios, entre 50% et 100% du gaz présent dans les réseaux de distribution et de transport de notre pays (scénarios ADEME, GRdF, GRTGaz, Negawatt etc.).

Cependant, d'après les différentes études de gisement réalisées, et sous condition d'une gestion raisonnée de ces ressources, la disponibilité des matières organiques méthanisables sur le territoire est insuffisante pour satisfaire ces attentes. Dans l'étude de gisements de biomasse issu de son scénario « 100% gaz renouvelable en 2050 ? » de janvier 2018, l'Ademe estime que les biomasses méthanisables ne représentent qu'environ 35% de l'ensemble des biomasses, le reste, 65%, étant transformables en biométhane par des procédés de pyrogazéification.



Les acteurs du secteur cherchent donc aujourd'hui à développer des procédés innovants permettant de valoriser ces nouvelles ressources de matières organiques, et à développer une filière dite de « biométhane de synthèse » par pyrogazéification.

LES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

Aujourd'hui, les solutions technologiques les plus communément envisagées pour parvenir à une production de biométhane de synthèses sont celles qui consistent en un couplage entre un procédé de pyrogazéification et un procédé de méthanation catalytique.

Quelques projets de transformation de biomasse en biométhane fonctionnent dans le monde à partir de procédés de méthanation catalytique (projet Gobigas en Suède, projet Gaya en France), d'autres sont en train d'être développés (Ambigo et GoGreenGaz au Royaume Uni, par exemple).

Il est important de noter que, si la technologie de pyrogazéification + méthanation catalytique fait encore l'objet de peu d'applications industrielles lorsqu'elle est appliquée à la biomasse, de très nombreuses unités industrielles de grande taille fonctionnent dans le monde, en particulier en Chine (Quinghua, Petrochina, Nanjing etc.) en Allemagne (Oberhausen) et aux Etats Unis (Great Plains Synfuels Plant), qui transforment du charbon en méthane en utilisant cette technologie.

La technologie de pyrogazéification + méthanation catalytique est donc une technologie mature, de TRL 9, dont les applications à la biomasse sont récentes car issues des prises de conscience, elles aussi récentes de la nécessité de produire du méthane renouvelable.

Les technologies de pyrogazéification + méthanation catalytique requièrent des conditions opératoires d'une grande précision, et un personnel très qualifié, favorisant des réalisations à l'échelle d'unités de moyenne ou grande puissance.

A TerraWatt, nous croyons que des unités de faible ou moyenne puissance (5 à 15 MW) auraient aussi leur place dans les modèles énergétiques territoriaux, notamment ceux qui sont encouragés dans notre pays et plus largement en Europe.

Dans ce cadre, la **biométhanation du syngaz constitue une solution alternative prometteuse** pour produire du gaz dont les caractéristiques permettraient l'injection dans les réseaux, et cela aux moyens d'installations plus petites, au fonctionnement plus simple et à des coûts d'investissement et d'exploitation vraisemblablement très inférieurs.

MATURITE DE LA SOLUTION TECHNOLOGIQUE DE PYROBIOMETHANATION

La PyroBioMéthanation est la résultante d'un couplage de deux technologies matures : la pyrogazéification et la méthanation par voie biologique, ou biométhanation.

L'assemblage qui en résulte ne peut cependant pas être considéré comme une technologie mature. A ce jour, en effet, des expérimentations uniquement en laboratoire ont été effectuées par des équipes étrangères (Canada, Suède, Portugal, Pays Bas) et ont validé la possibilité technique de la biométhanation du syngaz.

Cependant, chacune des briques technologiques qui composent la solution de PyroBioMethanation a été validée à l'échelle industrielle. Nous savons aujourd'hui construire des unités de pyrogazéification qui produisent un syngaz propre, et nous savons transformer un syngaz propre en méthane par voie biologique. Seules les liaisons entre ces briques sont à développer ou à valider.

Terrawatt est coordinateur depuis un an d'un projet de recherche, Biosyp, financé par l'Ademe, en partenariat avec trois centres de recherche nationaux situés dans la région de Toulouse. L'objet du projet Biosyp est la validation de la faisabilité technique du couplage pyrogazéification/biométhanation et en particulier détermination des meilleures solutions technologiques concernant les liaisons entre les deux procédés.

Ce projets de recherche n'est pas terminé, mais les essais engagés montrent déjà que les contraintes concernant les liaisons pyrogazéification/biométhanation sont sensiblement moins fortes que celles portant sur les liaisons pyrogazéification/méthanation catalytiques, qui sont déjà mises en œuvre industriellement, et que les difficultés technologiques d'une mise en œuvre de ce type de solution seront peu importantes. Il est donc vraisemblable que des unités industrielles de PyroBioMéthanation fonctionneront à court terme.

LES AVANTAGES DE LA TECHNOLOGIE DE PYROBIOMETHANATION

La technologie de PyroBioMéthanation offre des avantages indéniables par rapport aux autres technologies de valorisation énergétique des biomasses.

- **Un rendement élevé**, puisque le rapport PCSméthane produit / PCSbiomasse transformée est de l'ordre de

65%-70% (contre environ 30% à 50% pour la méthanisation, selon la biodégradabilité des biomasses valorisées). Le rendement de la PyroBioMethanation peut atteindre 80% en cas de récupération de la chaleur excédentaire produite.

- **La possibilité de traiter des biomasses difficiles.** Dans une unité de PyroBioMethanation, la première brique technologique, celle qui accueille la biomasse à traiter, est la brique de pyrogazéification. De nombreux procédés différents de pyrogazéification existent, et un grand nombre d'entre eux sont des procédés robustes et adaptés à une grande variété d'intrants. Ainsi, des biomasses non traitées jusqu'alors pourront être transformées en méthane : déchets verts, bois de déconstruction ou bois souillés, cartons ou papiers souillés, boues de stations d'épuration aérobies ou anaérobies, graisses de flottation, résidus de cultures ligneuses, dont cannes de maïs, raffles, pailles (sous réserve d'un retour au sol raisonné), semences déclassées, etc.
- **L'absence d'émission polluantes à l'atmosphère.** Le procédé de PyroBioMethanation ne génère aucune émission atmosphérique. La totalité de la biomasse est transformée en cendres minérales et en un biogaz identique à celui produit par les unités de méthanisation. Dans ces conditions, comme pour les méthaniseurs, aucune installation de traitement de fumées n'est à envisager, et les risques liés aux défaillances de telles unités sont donc inexistantes.
- **La possibilité d'injecter le biométhane produit dans le réseau.** Après épuration du biogaz, le biométhane de synthèse produit par les unités de PyroBioMéthanation aura la même composition que le gaz naturel importé et distribué en France. Cette production d'énergie bénéficie donc d'une infrastructure existante de transport et distribution unique et précieuse.

AVANTAGES DE L'INJECTION DANS LE RESEAU DE GAZ

L'existence d'un important réseau de gaz en France procure des avantages considérables :

- **Une capacité de stockage** de plusieurs mois pour des quantités d'énergie considérables (1/3 de la consommation annuelle nationale), telle qu'aucune autre solution ne peut offrir.

- **Décorrélation production/consommation.** L'énergie peut être produite là où la biomasse se trouve, loin des villes et des riverains, et distribuée là où les besoins se trouvent, dans les villes ou les zones industrielles.
- **Transport invisible, non polluant** et sans perte de l'énergie produite. Cette solution évite en particulier la problématique lourde du transport de la biomasse. Mettre des camions polluants, bruyants et encombrants sur les routes et au cœur des villes pour distribuer de la biomasse n'est pas toujours la solution la plus raisonnable.
- **Transport « gratuit »** de l'énergie après entretien du réseau. Le réseau de gaz existe, il est amorti. Il s'agit seulement de l'entretenir. Le coût de transport de l'énergie par ce moyen est de loin le plus faible de tous.
- **Distribution en tout lieu ou presque,** grâce à un réseau français extrêmement développé. Il s'agit d'un capital national précieux.
- **Souplesse car consommateurs multiples.** Un réseau de gaz fonctionne comme une place de marché : abondance de producteurs, abondance de consommateurs. On ne choisit pas ses fournisseurs ou ses clients, on ne subit pas leurs évolutions ou leurs défaillances, on ne craint pas les saisonnalités, on ne transporte pas physiquement les molécules : on fait appel à un système dit de « compensation ». Pour avoir géré des unités de méthanisation et vendu de la chaleur à des usines voisines, nous savons combien l'adéquation de l'offre et de la demande est illusoire quand le nombre d'acteurs est faible. Nous pouvons citer comme illustration le cas de la centrale de Gardanne qui fait venir de la biomasse du Brésil car elle n'en trouve pas assez sur son territoire et qui ne valorise pas (ou très peu) la chaleur produite car elle ne trouve pas assez de clients sur son territoire !

L'INJECTION DE BIOMETHANE DE SYNTHESE DANS LES RESEAU EST COMPATIBLE AVEC LE DEVELOPPEMENT DES RESEAUX DE CHALEUR

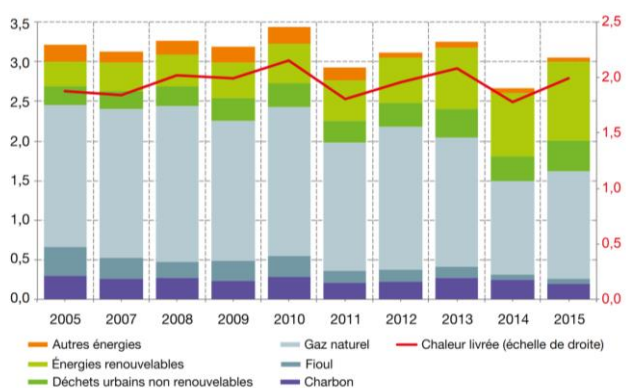
Face aux avantages considérables à la simplicité de l'injection du biométhane dans les réseaux, la combustion directe de la biomasse et le transport de la chaleur produite dans les réseaux de chaleur a pour seul avantage un rendement énergétique plus élevé.

L'avantage du rendement énergétique est prépondérant dans les lieux où une telle solution ne génère pas de nuisances importantes : transports routiers de biomasse, encombrement des villes et des routes, pollutions atmosphériques, saisonnalité, difficulté d'adaptation de l'offre et de la demande, maintenance de chaudières difficile avec certaines biomasses, etc.

Dans une société de plus en plus complexe, innovante et évolutive, il est important de travailler au cas par cas et de disposer de la liberté de choisir les meilleures solutions pour chaque territoire. Il est important aussi de laisser émerger des technologies plus avancées et des solutions plus intelligentes. La ville de Genève, par exemple, travaille sur des solutions de chauffage et de climatisation des bâtiments de la ville à partir de réseaux chauds et froids de CO₂, dont l'énergie proviendrait de sources renouvelables et alimenterait des pompes à chaleur (voir à ce sujet les travaux de François Maréchal). L'efficacité énergétique d'une telle solution est 10 fois supérieure à celle d'une chaudière bois. Et Genève deviendrait une ville autonome en énergie.

Enfin, les réseaux de chaleur ne représentent qu'une faible part de l'énergie que nous pourrions tirer de la biomasse. En 2016, les réseaux de chaleur ont consommé environ 3 Mtep d'énergie primaire, soit environ 33 TWh. En cas de développement de cette solution, certains scénarios évoquent la possibilité de consommer, à terme, jusqu'à 50 TWh.

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR SOURCE ET DE LA CHALEUR LIVRÉE PAR LES RÉSEAUX DE CHALEUR
En Mtep, données non corrigées des variations climatiques



Par comparaison, la ressource en biomasse de notre pays pourra représenter 400 TWh/an. Même si les réseaux de chaleur se développaient beaucoup et étaient alimentés à 100 % par de la biomasse, ils ne consommeraient que 7 à 8 % de la biomasse disponible.