

Panorama des bioénergies

Zoom sur le biogaz en France et en Europe

Une énergie nouvelle ?

La valorisation énergétique de la biomasse, qui a ces temps-ci les faveurs des décideurs politiques et des investisseurs, est loin d'être une idée nouvelle.

La combustion de biomasse traditionnelle (bois, charbon de bois, feuilles et résidus agricoles, fumier) est utilisée depuis la Préhistoire, et couvre aujourd'hui encore 80% des besoins énergétiques dans les pays en développement. Plus de 2,5 milliards de personnes dépendent de la combustion de biomasse traditionnelle, souvent réalisée dans des équipements peu efficaces, pour la cuisson domestique et le chauffage.

Outre leur mauvais rendement, les fours traditionnels dégagent des gaz toxiques en raison d'une combustion non optimisée, ce qui pose de graves problèmes de maladies respiratoires dans les pays en développement.



Four à bois au Nicaragua (mission CARE - ENEA Consulting, janvier 2010)

Une énergie renouvelable ?

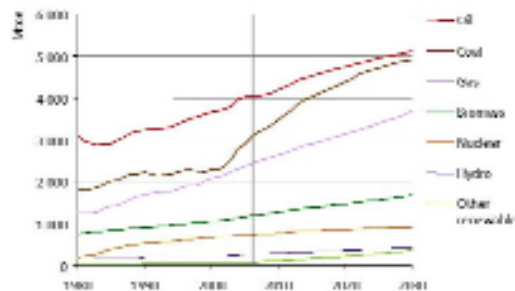
La biomasse et les déchets couvrent 11% de la demande mondiale d'énergie primaire (AIE, WEO 2008). Il est abusif de comptabiliser l'intégralité de cette demande dans les énergies renouvelables ; en effet, cette consommation de biomasse se fait majoritairement dans les pays en développement, où les forêts sont rarement gérées de façon durable.



Pauline GENTNER (P04)

ENEA Consulting

C'est pour cette raison que des projets visant à réduire la consommation de biomasse (par exemple en concevant et distribuant des fours à bois à rendement amélioré) peuvent être éligibles aux crédits carbone à condition de démontrer que la biomasse utilisée est non renouvelable. Cela n'est pas sans poser des difficultés aux porteurs de projet - entreprises, acteurs publics ou ONG -, en raison du manque de systèmes fiables de suivi de la déforestation.



Demande mondiale d'énergie primaire en million de tonnes équivalent pétrole, dans le scénario de référence (Agence Internationale de l'Energie, World Energy Outlook 2008)

Une énergie sans CO₂ ?

La combustion de la biomasse, comme celle de tout produit carboné, libère du CO₂. Et même beaucoup de CO₂ : le facteur d'émission de référence pour la biomasse est de 112 tCO₂/TJ, contre 71,5 tCO₂/TJ pour le kérosène (source : GIEC, 2006).

Ces émissions sont considérées comme neutralisées à condition que le stock de biomasse soit renouvelé, naturellement ou artificiellement par replantation.

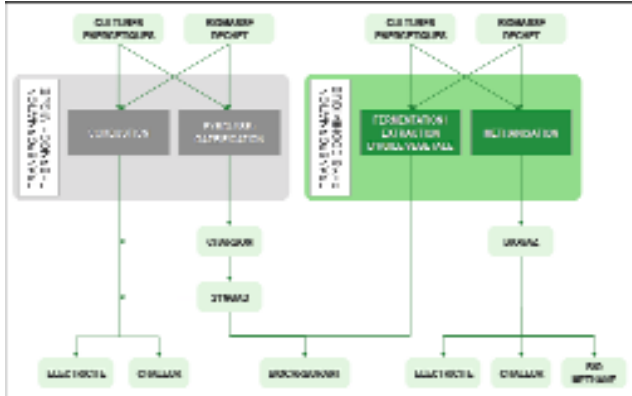
Dans ce cas, les seules émissions sont celles engendrées en amont (procédé de production et transport) et en aval (traitement en fin de vie) de l'utilisation du produit.

Une multiplicité de filières

Nous avons vu que certaines conditions doivent être réunies pour que la biomasse puisse être qualifiée d'énergie renouvelable et/ou sans émission de gaz à effet de serre. Une fois faites ces mises en garde, penchons-nous sur les différentes filières existantes.

Il faut d'abord distinguer deux grands types de biomasse entrante : la biomasse de culture énergétique (bois, paille,

céréales, colza, algues, etc.) et la biomasse déchet (déchets ménagers, lisiers, boues organiques, etc.).



Les filières bioénergies : biomasse entrante, procédé de conversion, énergie finale (ENEA Consulting, 2010)

Deux grandes familles de procédés permettent de valoriser cette biomasse en énergie : les procédés thermochimiques (combustion, pyrolyse, gazéification) et les procédés physicochimiques (fermentation, extraction d'huile végétale, méthanisation).

Le produit final obtenu peut être de la chaleur, de l'électricité, éventuellement les deux produites simultanément par cogénération ; ou encore un combustible intermédiaire liquide (biocarburant), gazeux (biogaz) ou solide (charbon vert).

Nous désignerons l'ensemble de ces filières par le terme « bioénergies ».

Les transformations thermochimiques

La façon la plus évidente, et la plus utilisée historiquement, de valoriser l'énergie de la biomasse est la combustion. Les procédés de combustion utilisés sont d'une extrême variété : ils vont des fours traditionnels encore utilisés dans les pays en développement aux technologies de pointe comme les chaudières industrielles à lit fluidisé, à très haut rendement.



Acheminement du bois pour les besoins des ménages dans le Cambodge rural (mission GERES - ENEA Consulting, août 2009)

En alternative à la combustion, la voie pyrolyse / gazéification offre une plus grande flexibilité en termes de type de biomasse entrante ainsi que d'énergie finale.

La pyrolyse, décomposition thermique en l'absence d'air et d'eau, permet d'obtenir à partir de déchets des substances mieux adaptées à la combustion (les produits sortants sont du charbon biologique et du gaz riche en méthane). Ce procédé peut également être utilisé à partir de biomasse combustible, par exemple le bois, l'intérêt étant d'obtenir un produit plus compact et transportable comme le charbon de bois.

Au lieu de brûler ces produits sortants, il est possible de poursuivre la réaction. La pyrolyse est alors suivie d'une réaction de réduction qui aboutit à la formation de gaz de synthèse (syngas, constitué majoritairement de CO et H₂).

Les débouchés de ce processus, appelé gazéification, sont de trois types :

- Combustion du syngas.
- Séparation des composés du syngas pour utilisation de l'hydrogène en combustion, dans un procédé ou encore dans une pile à combustible.
- Production de biocarburant par le biais du procédé Fischer-Tropsch.

Ainsi, la gazéification permet de convertir tout type de matière organique, qu'il s'agisse de biomasse de culture ou de déchet organique, en gaz de synthèse ; et si on la combine avec le procédé Fischer-Tropsch il est possible de synthétiser n'importe quel carburant (substitut d'essence, de gazole ou de kérosène, voire gaz naturel).

Les transformations physicochimiques

À l'inverse, les procédés physicochimiques de production de biocarburant (fermentation ou simple extraction de l'huile végétale de la plante) ne permettent de produire qu'un type de biocarburant (substitut d'essence ou de gazole), qui dépend de la plante sélectionnée.

Le procédé de méthanisation est particulièrement adapté à la biomasse, déchet qu'elle permet de transformer en un produit de valeur, le biogaz. Ce procédé, également appelé digestion anaérobie, a été initialement conçu comme un procédé de dépollution. En effet, la méthanisation constitue une voie de traitement très efficace pour de nombreux déchets solides et effluents ménagers, agricoles ou industriels. La digestion anaérobie offre une efficacité supérieure ou égale à la digestion aérobie (compostage) avec une faible consommation de nutriments et une réduction des nuisances sonores et olfactives. En Europe, ces avantages ont conduit les stations d'épuration au début du XX^{ème} siècle, puis le secteur agricole depuis les années 1930, et enfin certaines industries depuis les années 1980, à privilégier la méthanisation comme procédé de dépollution.

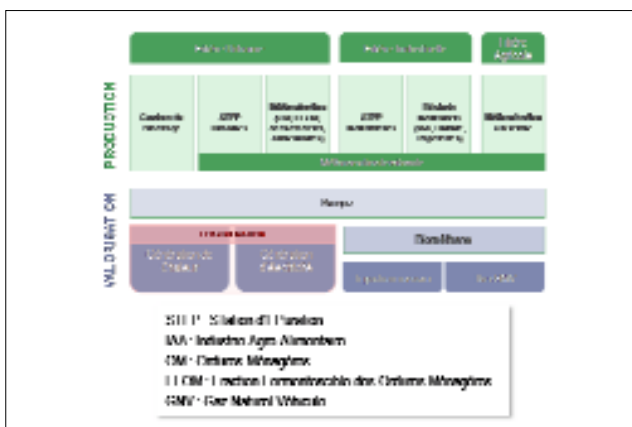
Parmi ces installations, nombreuses sont celles qui brûlent encore en torchère le biogaz produit, à défaut d'avoir cherché ou trouvé une voie de valorisation.

Zoom sur la valorisation du biogaz en France et en Europe

La France accuse aujourd'hui un retard par rapport à ses voisins d'Europe du Nord (Danemark, Suède, Allemagne, Suisse), en termes d'installations de méthanisation, de pénétration des secteurs industriels, et surtout en termes de valorisation du biogaz.

En 2006, la réévaluation des tarifs d'achat de l'électricité produite à partir de biogaz, qui a presque doublé les anciens prix de vente, a marqué un tournant dans le développement du marché biogaz en France. Grâce à cela, la méthanisation n'est plus perçue comme une simple technologie de dépollution mais comme une filière de production d'énergie. Les trois principaux secteurs concernés sont, dans l'ordre, l'agro-alimentaire, l'industrie papetière et la chimie ; tous trois gros producteurs de déchets organiques.

En parallèle, un nouveau modèle industriel fait son apparition en France : la méthanisation territoriale, aussi nommée méthanisation collective ou co-digestion. Cela consiste à traiter dans une même unité de méthanisation industrielle des déchets d'origines diverses, en tirant parti des différences de propriétés (siccité, teneur en matière organique et matière volatile) pour obtenir une qualité de substrat optimale. Ce type de montage permettant de mutualiser et de lisser la charge de déchets peut être très intéressant pour les industries saisonnières.



Les filières de production et de valorisation du biogaz (ENEA Consulting, 2009)

Quel que soit le secteur, la voie de valorisation du biogaz la plus couramment utilisée est la valorisation en chaleur par combustion dans une chaudière ou dans un four, après traitement et éventuellement compression du biogaz. Une fois déduite l'autoconsommation, la chaleur peut être utilisée en substitution d'une partie des besoins du procédé

industriel, ou à l'extérieur sur un site industriel voisin ou sur un réseau de chaleur urbain. La valorisation sur réseau de chaleur s'avère particulièrement adaptée pour les projets de méthanisation territoriale, qui ne sont pas liés physiquement à un site producteur de déchets.

Une autre voie de valorisation courante est la cogénération, qui peut se faire de deux manières : par couplage d'un moteur à gaz et d'un échangeur de chaleur sur les fumées, ou bien d'une chaudière et d'une turbine à vapeur. La chaleur se valorise comme décrit précédemment ; l'électricité est vendue à l'opérateur national d'électricité si le tarif d'achat est intéressant ou bien utilisée sur le site.

Dans tous les cas précédents, le moteur ou la chaudière est adapté au biogaz ou éventuellement équipé d'un brûleur mixte gaz naturel / biogaz.

Enfin, il est possible de valoriser le biogaz comme combustible à l'extérieur de l'installation, par injection dans le réseau de gaz naturel ou par utilisation comme carburant (bio-GNV, Gaz Naturel Véhicule). Cela nécessite un traitement plus poussé du biogaz, et les dispositifs réglementaires permettant ce type d'utilisations n'existent pas encore dans tous les pays. Quelques États soutiennent spécifiquement les filières biométhane (Danemark, Allemagne, Autriche, Pays-Bas, Suède, Suisse, etc.). Ainsi, au Danemark et aux Pays-Bas, le biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel bénéficie d'un tarif d'achat analogue à celui de l'électricité d'origine renouvelable à travers un système de certification (Green Gas Concept).

L'Allemagne a la particularité d'encourager l'utilisation de cultures énergétiques (maïs, céréales, etc.) pour la méthanisation. Bien que ce choix présente l'avantage d'optimiser la productivité des installations, il pose la question du conflit d'usage des sols entre une filière énergie et une filière alimentaire.

La bioénergie : une énergie pour tous

Ce rapide panorama des bioénergies amène à constater que les intrants de ces filières peuvent être plus ou moins onéreux voire à coût négatif (biomasse déchet), les procédés utilisés plus ou moins complexes, et les produits finaux plus ou moins « modernes ». Par exemple, le biogaz est une source d'énergie particulièrement adaptée aux pays en voie de développement grâce à la quasi gratuité du produit de base, la relative facilité d'opération et de maintenance des bio-digesteurs et la variété des échelles de production possibles. La filière présente en outre d'intéressantes synergies avec les enjeux d'hygiène et d'assainissement.

C'est ce qui fait la richesse des bioénergies : chaque pays, selon sa capacité de financement, son niveau de développement et la technicité de son industrie peut trouver une filière bioénergie adaptée à ses besoins. ●