



2- Biomasse énergie

Définition et technologies existantes

La biomasse se définit comme « *la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers* » (article L211-2 du code de l'énergie).

Toutes ces matières organiques peuvent dégager de l'énergie soit par combustion directe ou suite à une ou plusieurs étapes de transformation.

La biomasse énergie (hors biocarburants et combustion des déchets urbains) représente environ 9,6 Mtep en 2009 : 9,1 Mtep en bois énergie (dont 6,6 Mtep en bois domestique) et 0,5 Mtep environ de biogaz.

Les ressources en biomasse sont diverses. Généralement, on distingue les catégories suivantes :

- le bois, notamment sous forme de bûches, de granulés ou de plaquettes ;
- les sous-produits du bois qui recouvrent l'ensemble des déchets de la sylviculture et de l'industrie de première transformation du bois ;
- les sous-produits de l'industrie de la deuxième transformation du bois, de l'industrie de la trituration et des industries agroalimentaires ;
- les produits et sous-produits issus de l'agriculture (paille, résidus de récolte, etc.) et les plantations à vocation énergétique (saules, miscanthus...);
- les déchets organiques tels que les déchets urbains, les ordures ménagères et les déchets en provenance de l'agriculture tels que les effluents agricoles ;
- les déchets de bois qui ne contiennent pas de composés organiques halogénés ou des métaux lourds.

LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES

On distingue les technologies ayant pour objet :

- **de transformer la biomasse en des biocombustibles** de nature différente (biométhane, hydrogène...) pour s'adapter aux usages visés et à leurs contraintes de productivité ;
- **de convertir l'énergie primaire** que représente les biocombustibles, ou la biomasse, **en énergie finale** (thermique ou électrique).

Les technologies permettant de transformer la biomasse en chaleur et en électricité sont relativement matures bien qu'elles fassent l'objet d'une recherche permanente de productivité. En effet, à l'exception de certains cas particuliers - comme les piles à combustible - la production de chaleur et d'électricité fait essentiellement appel à des réactions de combustion ou d'explosion, avec des solutions technologiques et des équipements connus (chaudières, turbines à vapeur, moteurs...).

Cependant, la diversité de la biomasse rend difficile l'étape de conversion en un produit énergétique. C'est pourquoi les efforts portent actuellement sur les étapes de prétraitement afin d'homogénéiser et de densifier énergétiquement la biomasse pour augmenter l'efficacité des procédés de transformation.

La présente fiche porte essentiellement sur les procédés visant à transformer **la biomasse en biocombustibles de nature différente**. Actuellement, le mode de production le plus développé concerne la combustion directe du bois dans les secteurs résidentiels, industriels et tertiaires.

| Procédés de Transformation | | Molécule plateforme | Energie finale |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Voie thermochimique | Combustion | Conversion directe en énergie finale | Chaleur et/ou Electricité |
| | Gazéification | Syngas | |
| | Pyrolyse/Torréfaction | | |
| Voie biochimique | Méthanisation | Biogaz | |



LES TRANSFORMATIONS DE LA BIOMASSE

On distingue deux catégories de transformation selon la nature de la réaction appliquée à la biomasse : **les valorisations par voie thermochimique et les valorisations par voie biochimique.**

Les transformations thermochimiques *Le bois énergie*

La voie thermochimique met en œuvre trois principaux procédés de transformation de la biomasse : **la combustion, la pyrolyse (la torréfaction étant un type de pyrolyse), la gazéification.** Ces technologies s'appliquent la plupart du temps à une biomasse lignocellulosique.

La technologie la plus mature est la combustion simple (oxydation totale de la biomasse).

Les principaux enjeux de recherche et développement pour cette voie portent sur les technologies de torréfaction, de pyrolyse et de gazéification, qui permettent la transformation de la biomasse lignocellulosique en gaz naturel de synthèse (syngas) pour notamment une production de biocarburants de deuxième génération¹ ou de chaleur et/ou d'électricité.

La combustion

La combustion se fait dans des chaudières de différentes natures en fonction de la biomasse utilisée, de sa qualité et des éventuelles transformations préalables à sa combustion.

La combustion permet une transformation directe de la biomasse en énergie thermique. Cette énergie thermique est ensuite utilisée directement ou transformée en électricité.

Zoom sur la biomasse énergie et la qualité de l'air

La «biomasse énergie» influe sur la qualité de l'air de manières assez diverses, mais possède un potentiel d'impact tel que son suivi est nécessaire.

Certaines techniques, comme la production de gaz par le biais de la couverture de fosses, en milieu agricole, réduisent la production de particules et de ce fait ont un impact favorable sur la qualité de l'air. De telles mesures sont préconisées par **le Plan particules.**

D'autres techniques, liées notamment à la

combustion directe du bois sont bien plus problématiques du fait des particules qu'elles sont susceptibles d'engendrer. Cela peut être perçu au niveau national, où des plafonds d'émissions dont il est probable qu'ils seront introduits dans une Directive Plafonds d'Émissions Nationaux révisée, seront difficiles à respecter si ces techniques n'évoluent pas vers davantage de performance environnementale. Cela peut également être perçu au niveau local, en particulier dans des «zones sensibles», où les niveaux de concentration imposés **par la Directive Qualité de l'Air** peuvent être menacés dans les mêmes conditions.

La pyrolyse et la torréfaction

La pyrolyse et la torréfaction peuvent être considérées comme des technologies de prétraitement de la biomasse. L'avantage principal de ces étapes est l'obtention d'un produit plus dense au niveau énergétique, avec une part importante de composés volatils pouvant être stockés facilement.

La pyrolyse du bois est le procédé qui permet la transformation du bois en gaz combustible, produits condensables (eau et goudrons) et du charbon de bois. Elle correspond à la décomposition thermique du bois, sous vide ou en présence de gaz inerte. Les procédés traditionnels de pyrolyse utilisent des températures de 300 à 600°C et produisent du charbon de bois. Ce charbon de bois est intéressant par sa faible densité et son PCI élevé mais il ne contient que 30 à 50% de l'énergie initiale du bois car le reste est perdu dans des produits volatils lors de la carbonisation. Les procédés modernes de pyrolyse utilisent des températures plus élevées et récupèrent l'énergie des produits volatils. Ils mènent à la production de produits liquides qui, du fait de leur acidité, doivent être traités avant d'être utilisés comme des combustibles éventuels. Enfin, la pyrolyse rapide à haute température (de 800 à 900°C) permet de transformer 10% de l'énergie contenue dans le bois utilisé en combustible solide et 60% en combustible gazeux de bonne qualité (gaz de synthèse riche en hydrogène et en monoxyde de carbone). Techniquement, il serait possible de transformer ce gaz de synthèse en méthane ou en méthanol mais actuellement ce n'est pas envisageable économiquement. La torréfaction est une pyrolyse à plus basse température (environ 200°C) qui permet d'obtenir un combustible biomasse sec et « friable » qui peut, par exemple, se substituer au charbon et aux pellets.

La gazéification

¹ Pour plus d'éléments, voir la fiche Biocarburants



La gazéification est une transformation thermo-chimique, en restriction d'oxygène, qui permet de convertir le bois en un gaz de synthèse appelé syngas (hydrogène et monoxyde de carbone).

Le terme de gazéification est fréquemment utilisé pour désigner l'ensemble du procédé de transformation de la biomasse jusqu'au gaz de synthèse, soit une étape de pyrolyse, puis de gazéification du biochar issu de la pyrolyse et enfin d'un reformage des vapeurs et des gaz issus de la pyrolyse.

Ce procédé, en plus d'être très énergivore, (température d'environ 1000°C pour la biomasse lignocellulosique) produit un mélange de gaz (hydrogène et monoxyde de carbone) qu'il va falloir purifier pour les étapes ultérieures. En effet, ce mélange de gaz, dont la composition varie fortement suivant le type de biomasse utilisée, contient un certain nombre de composés à l'état de traces (HCl, HF, NH₃, HCN), de métaux alcalins à l'état de vapeur, ainsi que des goudrons.

Les technologies de gazéification sont essentiellement de deux types : les lits fixes (contre-courant, co-courant) et les lits fluidisés (dense, circulant et entraîné).

Les lits fixes sont simples à construire, sans limite de taille, permettent un contrôle des températures et des vitesses de réaction et assurent un bon contact entre la phase gazeuse et la phase solide. En revanche, ils sont souvent utilisés pour des installations à usage thermique (dans le cas du contre-courant) et pour des installations de petites et moyennes puissances – inférieures à 500 kWe - pour le co-courant.

Les lits fluidisés sont adaptés aux grandes puissances et couvrent une large gamme (entre 1 et 1000 MWe). Par contre leur utilisation nécessite une biomasse finement broyée et séchée.

Les verrous au développement de la gazéification concernent essentiellement la nature de la biomasse et son taux d'humidité. La présence d'impuretés telles que les goudrons rend difficile la production d'électricité (risque d'encrassement de la turbine ou du moteur de cogénération).

Les transformations biochimiques Le biogaz

La voie biochimique met en œuvre les principaux procédés de transformation de la biomasse suivants : la méthanisation, la fermentation alcoolique et l'extraction d'huiles végétales.

Les deux dernières voies étant essentiellement utilisées pour la production de biocarburants (voir

fiche du présent rapport qui leur est dédiée), seule la méthanisation sera présentée ci-dessous.

La méthanisation

La méthanisation est une technologie particulièrement mature qui repose sur la fermentation par des bactéries d'une biomasse organique en conditions anaérobies, c'est à dire en absence d'oxygène, dans un réacteur appelé digesteur. La biomasse organique est alors convertie en biogaz : un mélange de gaz saturé en eau et composé d'environ 50% à 70% de méthane (CH₄), de 20% à 50% de gaz carbonique (CO₂) et de quelques gaz traces (NH₃, N₂, H₂S).

Le biogaz peut être valorisé de différentes façons :

- pour la production d'un biométhane carburant² ;
- pour la production d'électricité et de chaleur par cogénération ;
- pour la production de chaleur seule par chaudière ;
- ou encore en injection dans le réseau de gaz naturel après épuration, pour acheminer le biométhane ainsi produit vers un site où une des trois voies de valorisation précédente est possible.

La biomasse utilisée pour la méthanisation est une biomasse organique fermentescible et méthanogène. Elle est le plus souvent sous forme de boues ou de déchets provenant de secteurs très variés : le secteur agricole (effluents d'élevage), le secteur industriel (et notamment les industries agro-alimentaires), les déchets ménagers (Fractions Fermentescibles d'Ordures Ménagères) et les boues de station d'épuration dites boues de STEP. Le biogaz peut également provenir des ISDND - les installations de stockage des déchets non dangereux – et est alors parfois appelé « le gaz de décharge ».

En plus de la production d'un mélange de gaz, la méthanisation produit un digestat. Le digestat est le résidu liquide ou solide issu de la fermentation. Il peut être valorisé en tant qu'amendement organique des sols en substitution ou en complément des engrais chimiques traditionnels. Le digestat peut être valorisé directement en épandage lorsque la composition des sols – et notamment le taux d'azote - le permet. Il peut également être mis sur le marché après un processus d'homologation et de normalisation. En cas d'impossibilité de valorisation, le digestat doit être détruit par enfouissement dans une ISDND ou par incinération.

Le digesteur fait appel à deux types de technologies : les technologies de l'infiniment mélangé (la plus mature), ou celle des cellules fixées. Dans le cas de

² Pour plus d'éléments, voir la fiche Biocarburants

l'infiniment mélangé, le brassage est assuré par un moyen hydraulique ou par recirculation du biogaz. Ce type de digesteur fonctionne généralement vers 35°C (mésophile). Dans le cas des cellules fixées, le principe est d'augmenter la surface de vie des bactéries en introduisant un support de grande surface spécifique.



Chaîne de valeur

FILIERE BOIS ENERGIE

Le bois énergie n'est qu'une partie de la filière « bois ». Aujourd'hui, l'essentiel de la valeur ajoutée du bois réside dans son usage en bois d'œuvre (construction, ameublement), puis en bois industrie (panneaux, papier) et résiduellement en bois énergie. La chaîne de la valeur est donc particulièrement complexe et regroupe cinq grandes catégories d'acteurs :

les gestionnaires et les exploitants de la forêt ;

- les entreprises de première et de deuxième transformation de la biomasse ;
- les producteurs d'énergie ;
- les équipementiers ;
- les utilisateurs finaux (résidentiel, industrie, agriculture, collectivités, secteur tertiaire).

Les métiers et les expertises nécessaires à chaque stade de la filière sont très spécifiques si bien qu'il est difficile, hormis pour certains grands groupes qui s'intègrent de plus en plus vers l'amont, de maîtriser l'ensemble des compétences nécessaires.

La gestion et l'exploitation de la forêt

La gestion et l'exploitation de la forêt sont essentielles pour assurer un approvisionnement en biomasse bois.

La forêt couvre en France environ 17 millions d'hectares. On distingue la forêt publique (domaniale, communale) de la forêt privée.

En France, la forêt est majoritairement privée (environ 75 % des forêts) et appartient à 3,5 millions de propriétaires privés. Cette forêt privée se caractérise par son morcellement. 3 millions de propriétaires possèdent une surface de forêt inférieure à 4 hectares, seuil en dessous duquel l'exploitation est considérée comme non rentable économiquement.

La forêt publique (communale, domaniale) est gérée par un organisme public, l'Office National des Forêts (ONF) qui est soit responsable de la totalité de la gestion (forêt domaniale) soit prestataire de services auprès des collectivités.

Les propriétaires privés peuvent faire appel à une aide extérieure (réseau d'organismes professionnels forestiers) pour la gestion durable de la forêt, la récolte, la commercialisation, l'autoconsommation puis la commercialisation de bois majoritairement

céde en vente directe. Les propriétaires forestiers sont tenus d'établir un plan simple de gestion (PSG) qui prévoit les travaux et les coupes à réaliser pendant la durée du plan (10 à 30 ans) pour toute propriété de plus de 25 ha. Pour les plus petites surfaces, les propriétaires n'ont aucune obligation.

Les exploitants et les coopératives forestières jouent également un rôle important dans la mobilisation des propriétaires forestiers privés et des entrepreneurs de travaux forestiers qui coupent le bois en forêt.

La première et la deuxième transformation de la biomasse bois

Aujourd'hui, les première transformation et deuxième transformation du bois sont assurées par de nombreux acteurs correspondant aux différentes voies de valorisation du bois outre l'énergie : dans la construction et l'ameublement (bois d'œuvre) ainsi que l'industrie (bois industrie). C'est aujourd'hui le bois d'œuvre qui justifie le fonctionnement des scieries, industries en déficit au niveau de leur balance commerciale. En bois industrie, les premiers transformateurs sont les industries de pâte à papier et de panneau qui triturent le bois. Enfin, en bois énergie, les transformateurs de la biomasse sont les producteurs de biocombustibles à savoir producteurs de granulés, de plaquettes mais également les industriels de la première transformation à partir de sous-produits d'exploitation (connexes de scieries, écorces...).

D'autres acteurs interviennent comme les opérateurs de plateformes de stockage ou de valorisation de déchets bois.

La production d'énergie

Le bois énergie peut être destiné aux secteurs du résidentiel (individuel ou collectif), de l'industrie, de l'agriculture et du tertiaire. Dans ce cas, les producteurs d'énergie sont très diversifiés. Ainsi, les producteurs d'énergie à partir de bois notamment à travers les cogénérations peuvent être des industriels de la première transformation de bois à savoir les industries des panneaux, de la pâte à papier et plus globalement de la trituration qui sont grosses consommatrices d'énergie électrique (déchetage, défibrage des bois...) et thermique (cuisson des pâtes chimiques). Ainsi, ces industries disposent toutes de chaudières avec ou sans cogénération. D'autres industries s'intéressent de près à la biomasse énergie et se positionnent comme futurs producteurs comme l'industrie



chimique. Cette dernière fortement consommatrice d'énergie et soumise à la directive ETS (Emission Trading Scheme) cherche des solutions durables à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Enfin, les énergéticiens (Dalkia, Cofely) sont très présents sur cette filière et s'intègrent de plus en plus en amont de la chaîne de valeur (plateforme de stockage...).

Les équipementiers

Le bois énergie est aujourd'hui principalement valorisé en chauffage domestique (72% du bois énergie consommé). Cette énergie issue de la biomasse est produite par différents appareils domestiques (poêles, inserts, foyers fermés, chaudières, cuisinières) adaptés aux besoins du consommateur final. Une filière française s'est constituée autour d'acteurs tels que (suivant les équipements) :

Marché individuel/collectif

- foyers fermés et inserts : Cheminées Philippe, Brisach, cheminées Richard le Droff, Invicta, cheminées de Chazelles, cheminées Seguin-Dutériez... ;
- poêles à bois : Supra, Godin, Deville, Staub Fonderie (franco-belge), Invicta, France Turbo... ;
- chaudières à bois, à biomasse : Energie Système, energie79, selfclimat Morvan, chaudières Miquée, chaudières Perge,
- cuisinières : Deville, Godin.

Marché collectif/industriel

- chaudières à bois, à biomasse : Weiss, Compteur
- Industries connexes (conduits de fumée, vitrocéramique) : Poujoulat, Keraglass (groupe Saint-Gobain), Tôlerie Emaillerie Nantaise

FILIERE BIOGAZ

La chaîne de la valeur en biogaz est également très diversifiée et regroupe cinq grandes catégories d'acteurs :

- la collecte des déchets organiques ;
- les bureaux d'études et d'ingénieries ;
- les constructeurs d'unités de méthanisation ;
- les équipementiers de valorisation, d'épuration, de transport et distribution du biogaz ;
- les exploitants et utilisateurs finaux (agriculteurs, industries, collectivités, tertiaires).

Les acteurs sont susceptibles de varier suivant le type de ressource à méthaniser : le secteur agricole, le secteur industriel, les ordures ménagères et les boues de station d'épuration.

La collecte des déchets organiques

Aujourd'hui, la filière méthanisation a encore du retard quant à son déploiement en France. En termes de collecte de la ressource, à savoir de déchets organiques fermentescibles, il n'y a pas de logistique développée à ce sujet.

Le modèle économique diffère selon le secteur qui recourt à la méthanisation. Ainsi, dans le cas du secteur des ordures ménagères ou FFOM (fraction fermentescible des ordures ménagères) le modèle économique est basé sur des installations de grosses puissances (plusieurs centaines de MW électrique). Dans ce cas, la collecte est gérée par les majors des déchets à savoir Suez Environnement, Veolia, Sécché Environnement...

Dans le cas du secteur agricole, les installations agricoles méthanisent le plus souvent leurs propres déchets (lisiers, fumiers, effluents d'élevage) et restent à des tailles d'installation modestes (150 kW elec au maximum). Cependant, un modèle de méthanisation « territoriale » basée sur la fermentation de déchets agricoles et agro-industriels est en train d'émerger mais nécessitera une logistique et une collecte des déchets organiques.

Les bureaux d'études et d'ingénierie

Les bureaux d'études se chargent des études de faisabilité technico-économique d'une unité de méthanisation. A cette offre s'ajoute parfois, la construction de l'unité ou encore l'assistance à maîtrise d'ouvrage voire le cofinancement.

La plupart des bureaux d'études couvrent tous les secteurs de la méthanisation même si certains sont spécialisés (méthanisation agricole...). Les constructeurs d'unités de méthanisation sont souvent étrangers, notamment allemands (Agrikomp), belges (PsPc) ou encore suisses (Erep) et luxembourgeois (LEE). Ceci s'explique par le développement de cette offre dans ce pays. C'est également le cas pour les bureaux d'études. Notons la présence d'acteurs français tels que l'association Solagro, le développeur Naskeo ou encore Fertigaz.

Les constructeurs d'unités de méthanisation

En termes de maîtrise d'œuvre, le génie civil des unités est souvent confié aux entreprises de BTP françaises pour le marché français à savoir Bouygues et Vinci ainsi que certains entrepreneurs



locaux. La construction des équipements pour la méthanisation ainsi que la mise en route est confiée aux constructeurs le plus souvent étrangers. Les constructeurs, fournisseurs d'équipements pour la méthanisation, sont souvent spécifiques au marché de la méthanisation visé (agricole, industriel, ordures ménagères, boues de station d'épuration). En plus de la construction des unités, ils offrent souvent une prestation de démarrage de l'unité et de maintenance. Par ailleurs, sur certains marchés, les constructeurs peuvent être exploitants.

Le marché de la méthanisation agricole est émergent en France, les principaux constructeurs sont des bureaux d'études allemands comme Agrikomp ou encore une société spécialisée en méthanisation centralisée comme Fertigaz. Les marchés de la méthanisation des ordures ménagères et des boues de station d'épuration sont plus mûrs. Le marché des ordures ménagères est dominé par Valorga précurseur de la méthanisation des ordures ménagères en France, Vinci Environnement et Strabag. Ce marché est en pleine structuration en France.

Les constructeurs des méthaniseurs de boues de station d'épuration appartiennent aux grands groupes de l'eau (Degrémont de Suez

Environnement, OTV de Véolia et Stéreau de la Saur).

Le marché de la méthanisation industrielle fait apparaître plusieurs types de constructeurs : des grands groupes de l'eau et des déchets (Veolia Eau, Suez Environnement), des entreprises spécialisées en partenariat ou non avec des grands groupes, des détenteurs de procédés pour couvrir la plupart des substrats de l'industrie (Proserpol, Paques).

Les équipementiers

En plus des équipements principaux de la méthanisation, certains équipements sont nécessaires pour valoriser le biogaz. L'un des postes clés est sans doute la purification du biogaz tant pour des valorisations biomasse énergie (production de chaleur et d'électricité) que de biocarburant ou d'injection sur le réseau de gaz naturel. En injection, le biogaz est purifié en biométhane qui doit ainsi avoir les mêmes spécifications que le gaz naturel et être odorisé. Les acteurs français positionnés sont GDF Suez et Air Liquide. D'autres équipementiers sont importants dans cette chaîne de valeur : il s'agit des fournisseurs de moteurs, turbines, et appareils de comptage.



Le contexte réglementaire

UNE POLITIQUE FRANÇAISE AMBITIEUSE

Les principaux textes

Les principaux textes sont regroupés dans

le **Code de l'énergie et ses textes d'application**, qui relèvent du ministre chargé de l'énergie et dans le **Code de l'environnement** qui relève du ministre chargé de l'environnement.

Le Code de l'énergie

Les Programmations Pluriannuelles des Investissements (PPI)

Les PPI définissent, à chaque législature, les investissements souhaitables en matière de production d'électricité et de production de chaleur renouvelables, les dernières datant de 2009.

La PPI « chaleur » en vigueur retient comme objectif un accroissement de la production annuelle de chaleur à partir de biomasse (hors biogaz) de **6,2 Mtep à l'horizon 2020 par rapport à 2006** dont 3,8 Mtep de chaleur seule issue du secteur collectif/tertiaire/industriel et 2,4 Mtep de chaleur issue d'une cogénération.

La PPI « électricité » retient comme objectif un accroissement de la capacité de production d'électricité à partir de biomasse (biogaz compris) de 520 MW à l'horizon 2012 et de **2300 MW à l'horizon 2020 par rapport à 2006**. Ce qui correspond à un parc installé pour la biomasse « solide » d'environ 1020 MW en 2012 et de 2380 MW à l'horizon 2020.

Les objectifs de production d'électricité à partir de biogaz sont repris dans la PPI « électricité ».

Plus globalement, suite au Grenelle de l'Environnement, le comité opérationnel « Energie renouvelable » a défini des objectifs français de production d'énergies renouvelables par filière, que cela soit en terme de chaleur ou d'électricité : en 2006, la production de chaleur de la filière biogaz était de 55 ktep. Les objectifs de production de chaleur pour 2012 et 2020 sont respectivement de 60 ktep et 555 ktep.

Pour la production d'électricité

Les articles L311-5 à L311-9 prévoient l'existence d'autorisation et de déclaration pour l'exploitation de centrale de production d'électricité.

Le décret n°2000-877 du 7 septembre 2000 en définit les modalités : « les installations de production d'électricité sont soumises,

préalablement à leur établissement, à un régime d'autorisation lorsque leur puissance installée est supérieure à 4,5 MW ou à un régime de déclaration lorsque leur puissance installée est inférieure ou égale à 4, 5 MW. »

Les articles L311-10 à L311-13 prévoient la possibilité, pour le ministre en charge de l'énergie, de recourir à la procédure d'appel d'offres lorsque les capacités de production ne répondent pas aux objectifs de la PPI. Le décret n°2002-1434 du 4 décembre 2002 en définit la procédure. L'instruction et l'évaluation des offres sont assurées par la Commission de Régulation de l'Energie (CRE). Le ministre en charge de l'énergie arrête le cahier de charge et désigne les lauréats.

Les articles L314-1 à L314-13 créent le principe de l'obligation faite à EDF et aux distributeurs non nationalisés d'acheter à un tarif réglementé l'électricité d'origine renouvelable. Le décret n°2001-410 du 10 mai 2001 définit la procédure à suivre pour bénéficier de l'obligation d'achat. Les arrêtés du 27 janvier 2011 et du 19 mai 2011 fixent, respectivement, les tarifs d'achat applicables à l'électricité produite à partir de biomasse et à l'électricité produite à partir de biogaz³.

Pour l'injection du biogaz

Les articles L446-1 à L446-4 créent le principe de l'obligation d'achat pour le biogaz injecté et de la compensation pour l'acheteur. Tout fournisseur peut conclure un contrat d'achat dans les conditions fixées par règlement tout en étant compensé du surcoût. Toutefois, il existe un acheteur de dernier recours qui est tenu d'accepter la signature du contrat d'achat.

Les règlements pour la mise en œuvre de cette obligation d'achat seront disponibles prochainement.

Le Code de l'environnement

La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

La réglementation des ICPE impose le respect de normes environnementales pour les installations de combustion de biomasse.

En fonction de la nature des combustibles, les normes applicables pour la combustion sont celles relatives aux rubriques :

³ Les tarifs d'achat sont détaillés en page 11 de la présente fiche



- 2910 A, B ou C : Installation de combustion
- 2770 et 2771 : Installations de traitement thermique des déchets

La nature des combustibles et la puissance de l'installation définissent la procédure applicable à l'installation : autorisation ou déclaration.

De plus, une rubrique spécifique à la méthanisation a été créée ce qui permettra de raccourcir les délais d'instruction : rubrique n°2781.

Zoom sur la sortie du statut déchet

La directive de 15 juillet 1975 a créé le statut de déchet en entendant par déchet : « toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou a l'obligation de se défaire en vertu des dispositions nationales en vigueur ». Ainsi ces déchets étaient soumis à un régime particulier en termes de transport, traçabilité, responsabilité... Récemment la directive cadre-déchets 2008/98 pose des critères de sortie de statut de déchets, ce qui permet un développement du recyclage (utilisation de matière première secondaire ou recyclée).

Dans le cas de la biomasse énergie, aujourd'hui les déchets de bois traités doivent être éliminés par incinération (rubrique 2770 de la nomenclature des Installations Classées Pour l'Environnement-ICPE). Seule la biomasse « propre » peut être valorisée par combustion (rubrique 2910 A de l'ICPE). Parfois lorsque les déchets de bois sont peu traités, ils peuvent grâce à la rubrique 2910 B être également valorisés par combustion. Grâce à la sortie de statut déchet, les modalités de classement dans la rubrique 2910 B devraient être simplifiées en définissant des types de biomasse pouvant être valorisés en combustion.



Les marchés

En France, la biomasse est la principale filière contributrice à l'atteinte de l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale énergétique en 2020 fixé dans le cadre du Grenelle (soit 20 Mtep de production supplémentaires) et représente au final plus de la moitié de l'objectif (chaleur, électricité et biocarburant).

De façon globale, la filière biomasse énergie reste en croissance en France et en Europe.

D'après Euro'Observer - qui traite de l'ensemble de la biomasse solide⁴ - la production d'énergie primaire est en croissance depuis 1995 en Europe et en 2009 représente 72,8 millions de tep (hors filière biogaz et incinération des déchets). L'Allemagne est en tête de ce classement avec 11,2 Mtep suivie par la France (9,8 Mtep) et la Suède (8,6 Mtep).

Les valorisations énergétiques (électricité et chaleur) ont progressivement permis la constitution de véritables marchés en amont et en aval :

- un marché plutôt amont basé sur la transformation de la biomasse bois en bois bûche, plaquettes forestières et granulés.
- un marché aval individuel constitué des appareils domestiques de chauffage au bois
- un marché collectif/industriel voire tertiaire avec les chaufferies au bois

LA FILIERE BOIS ENERGIE : PRODUCTION DE CHALEUR

La production de chaleur via la filière bois énergie est globalement stable et atteindrait en Europe 58 Mtep en 2008 toute application confondue (Eurostat). Elle peut être également obtenue via des chaufferies fonctionnant seules et en cogénération. Cette chaleur peut être valorisée sur le marché individuel, le marché collectif (réseaux de chaleur) et le marché industriel et tertiaire. En France, la production d'énergie primaire thermique à partir de bois énergie représente 8,7 Mtep en 2008 et 9,0 Mtep en 2009 (Source : SOeS).

Ainsi, en Europe, la part de chaleur à partir de biomasse solide vendue aux réseaux de chaleur représente environ 5,5 Mtep (source EurObserv'ER). La Suède est en tête avec 2,1 Mtep

suivie par la Finlande (1,1 Mtep) et le Danemark (0,6 Mtep). Les marchés de la cogénération biomasse et des chaufferies bois sont très dynamiques et il est difficile d'estimer de façon précise la production de chaleur au sein de l'Union au vu de toutes les applications possibles et de l'autoconsommation de certains appareils.

Les objectifs de production

La PPI « chaleur » retient comme objectif un accroissement de la production annuelle de chaleur à partir de biomasse (hors biogaz) de **6,2 Mtep à l'horizon 2020 par rapport à 2006** dont 3,8 Mtep de chaleur seule issue du secteur collectif, tertiaire et industriel et 2,4 Mtep de chaleur issue de cogénération. Ces objectifs ont été confirmés dans le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables.

La politique de soutien

La production de chaleur renouvelable peut avoir lieu dans tous les secteurs : résidentiel individuel, résidentiel collectif, agriculture, tertiaire et industriel. Le soutien vise les installations pour lesquelles il est économiquement viable d'avoir un système de dépollution de l'air (notamment pour les poussières et particules). En particulier, dans le secteur domestique, un effort spécifique est conduit par les pouvoirs publics pour le renouvellement du parc ancien d'équipements peu performants en termes de rendement énergétique et de qualité de l'air.

Ainsi, pour le secteur domestique, le principal outil de soutien est le **crédit d'impôt développement durable**. Le taux de crédit d'impôt à 22 % est accordé aux ménages s'équipant en appareils de chauffage au bois, relevé à 36 % en cas de remplacement d'un ancien appareil.

Par ailleurs, les appareils de chauffage au bois sont également éligibles à l'**éco-prêt à taux zéro** ainsi qu'au dispositif des **certificats d'économies d'énergie**.

La production de chaleur à partir de biomasse dans les secteurs collectif, agricole, tertiaire et industriel est quant à elle principalement soutenue par le fonds chaleur géré par l'ADEME. Le Fonds Chaleur est destiné à la production de chaleur à partir des énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire thermique...). **Doté de 1,2 Md € sur la période 2009-2013, il vise à inciter à une production**

⁴ La biomasse solide couvre le bois et ses déchets ainsi que les déchets d'origine végétale et animale



supplémentaire de **5,5 Mtep/an de chaleur renouvelable à l'horizon 2020**. Le fonds intervient sous deux modes : les appels à projets nationaux et les aides « filières ».

Chaque année est ainsi lancé un **appel à projets (AAP) dénommé BCIAT** (Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire) qui permet de sélectionner des projets alimentés à partir de biomasse dans le secteur industriel, agricole ou tertiaire, à partir d'un seuil de 1000 tep/an. Chaque projet doit indiquer la production énergétique annuelle sortie chaudière à partir de biomasse (engagement en tep/an) et proposer un montant d'aide nécessaire pour réaliser son projet. Les dossiers sont ensuite classés en fonction du ratio « aide demandée (€) / énergie annuelle sortie chaudière produite à partir de biomasse (tep/an) ».

Le 1^{er} AAP (hors tertiaire à l'époque) en 2008-2009 a permis de retenir **31 projets sur 37 déposés**. Après le désistement de 3 projets, ce sont aujourd'hui 28 projets qui représentent une production énergétique totale à partir de biomasse de **140 500 tep/an, dépassant de 40 500 tep/an les objectifs fixés**. Le total des investissements est de 141,9 M€ pour 58 M€ d'aide soit 41 % des investissements.

Le 2^{ème} AAP en 2009-2010 a permis de retenir **37 projets sur 61 déposés** qui représentent une production énergétique totale à partir de biomasse de **224 220 tep/an, dépassant de près de 50 000 tep/an les objectifs fixés**. Le total des investissements est de 198 M€ pour 90,3 M€ d'aide, soit 45 % des investissements.

Un troisième AAP a été lancé le 9 septembre 2010 en maintenant l'objectif indicatif de production énergétique totale des projets retenus à 175 000 tep/an : les résultats sont attendus pour la rentrée 2011.

Le fonds chaleur intervient aussi sur un mode « filière », en aidant hors AAP, les installations biomasse dans les secteurs de l'industrie, de l'agriculture et du tertiaire d'une production inférieure à 1000 tep/an, et les installations biomasse dans le secteur du résidentiel collectif de toutes tailles. Le principe qui sous-tend alors le calcul des aides attribuées est de permettre à la chaleur renouvelable d'être vendue à un prix inférieur d'au moins 5 % à celui de la chaleur produite à partir d'énergie fossile conventionnelle.

LA FILIERE BOIS ENERGIE - PRODUCTION D'ELECTRICITE

La production brute d'électricité à partir de bois énergie s'élève à 62,2 TWh en Europe (avec un taux de croissance de 7,4% en 2009 par rapport à 2008, en hausse de 14,7% par an depuis 2001 la production étant alors de 20,8 TWh).

La production d'électricité peut être obtenue via des centrales électriques seules, des centrales fonctionnant en cogénération ou encore des centrales fonctionnant en co-combustion (avec une base de combustibles solides, thématique non abordée ici). D'après une étude réalisée par Ecoprog et le Fraunhofer Umsicht, le nombre de centrales électriques fonctionnant à la biomasse solide a pratiquement doublé sur les cinq dernières années. Des systèmes incitatifs (certificats verts, tarifs de rachat, appels d'offre) mis en place par les différents Etats Membres expliquent ce développement et cette production électrique européenne de 62,2 TWh. Le classement est là encore dominé par l'Allemagne qui arrive en tête du classement avec 11,4 TWh suivi par la Suède (10 TWh) et la Finlande (8,4 TWh). La France est plus en retrait avec 1,3 TWh. Contrairement à l'Allemagne et aux pays scandinaves, elle ne bénéficie pas de leur expérience dans la valorisation de la biomasse bois par production d'électricité.

Les objectifs de production

Les objectifs nationaux sont définis par la PPI électricité (cf. « contexte réglementaire »). L'objectif pour la biomasse « solide » a été précisé dans le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables remis en août 2010 à la Commission Européenne : pour 2020, l'objectif est d'atteindre un parc installé d'environ 2380 MW contre environ 750 MW en 2008.

La politique de soutien

Jusqu'à fin 2009, le soutien à la production d'électricité à partir de biomasse était constitué d'appels d'offres successifs (cf. fiche « contexte réglementaire »). Les principaux critères de sélection des projets étaient : le prix de vente de l'électricité, le plan d'approvisionnement et l'efficacité énergétique. En effet, contrairement à l'obligation d'achat où elles sont fixées par règlements, les modalités contractuelles qui lient l'acheteur et le producteur sont déterminées par le cahier de charges et l'offre du candidat.

Depuis le 1er janvier 2010, la politique de soutien à la production d'électricité est la suivante :



- pour les installations fonctionnant en cogénération de plus de 12 MW, le gouvernement procède à un appel d'offres pluriannuel en 4 volets lancés annuellement entre 2010 et 2013 pour une puissance cumulée de 800 MW. Le 1er volet a été lancé en le 27 juillet 2010 et porte sur 200 MW ;
- pour les installations de taille moyenne, il existe un tarif d'achat. L'arrêté du 27 janvier 2011 définit des tarifs d'achat incitatifs pour les installations de plus de 5 MW, ou de 1 MW pour les scieries s'équipant d'une cogénération pour sécher leur production. Cet arrêté prévoit des limites d'émission en poussière et une obligation de remise annuelle d'un rapport d'exploitation contenant notamment le plan d'approvisionnement de l'installation.

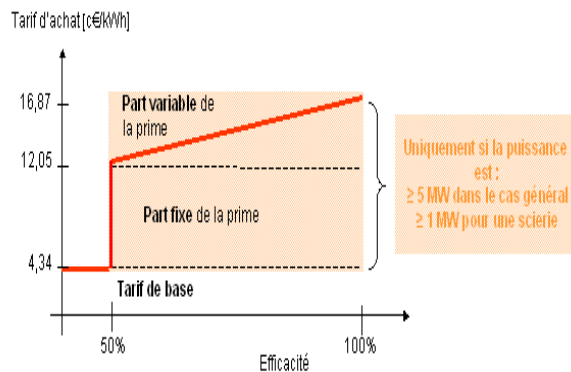


Figure 1 : Tarifs d'achat définis dans l'arrêté du 27 janvier 2011

LA FILIERE BIOGAZ : PRODUCTION D'ELECTRICITE ET DE CHALEUR

La production d'énergie primaire à partir de biogaz a atteint 8,3 Mtep en 2009 (gaz brûlé en torchère non comptabilisé) au sein de l'Union Européenne. En France, cette production, est de 538 ktep en 2009 et 608 ktep en 2010 (SOeS, 2011). Les unités de production de biogaz sont les unités de méthanisation tirées par le développement des unités de méthanisation agricole ou à la ferme (52%), les Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (36%) et les boues de station d'épuration (12%)

En 2009, le biogaz a permis la production de 25,2 TWh en Europe, en augmentation de 17,9% par rapport à 2008. L'Allemagne est en tête du classement avec 12,6 TWh suivie par le Royaume-Uni (5,6 TWh) et l'Italie (1,7 TWh). Quant à la

chaleur produite, elle permet de chauffer le digesteur (autoconsommation) et peut être valorisée à travers les réseaux de chaleur. Au sein de l'union européenne, 173 ktep sont valorisés par les réseaux de chaleur. Là encore l'Allemagne domine le classement.

Les objectifs de production

Pour le biogaz, la France a un objectif de puissance électrique installée de 625 MW en 2020 et un objectif de production de chaleur (incluant l'injection) de 555 ktep/an en 2020.

La politique de soutien

Afin d'atteindre ces objectifs, un nouveau dispositif de soutien complet est en cours de finalisation pour la partie injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel.

La méthanisation se caractérise par une très grande disparité des coûts d'investissement et de fonctionnement, étroitement liés à la taille de l'installation, des déchets utilisés et des contraintes territoriales. En conséquence, il est mis en place un dispositif où s'articulent :

- d'une part, des aides fixées à l'échelon national constituées des tarifs d'achat revalorisés de l'électricité, des nouveaux tarifs d'achat pour le biogaz injecté ainsi que des aides du fonds chaleur pour la production de chaleur et,
- d'autre part, des aides fixées à l'échelon territorial revêtant un caractère d'appoint financier et d'optimisation des projets.

Les tarifs d'obligation d'achat électriques

Les tarifs d'achat ont été revalorisés par l'arrêté du 19 mai 2011. La revalorisation du tarif d'achat de l'électricité correspond à un soutien de 300 M€/an à l'horizon 2020.

Les principaux points d'avancée du tarif sont :

- une meilleure prise en compte des surcoûts pour les faibles puissances ;
- la création d'une prime pour le traitement d'effluents d'élevage pour promouvoir les unités agricoles :

Cette prime vise à améliorer la rentabilité des installations agricoles qui traitent des effluents d'élevage dont l'incorporation entraîne une diminution de la productivité en biogaz.



- une **prime à l'efficacité énergétique repensée suite à des effets d'aubaine** :

En effet, jusqu'à présent, la chaleur produite qui était autoconsommée pour les besoins du procédé était considérée comme de l'énergie valorisée dans le calcul de l'efficacité énergétique. Le tarif d'achat pouvait alors être plus avantageux pour des installations aux coûts moindres avec un bilan environnemental dégradé (cuves de digestions non isolées et/ou surchauffées).

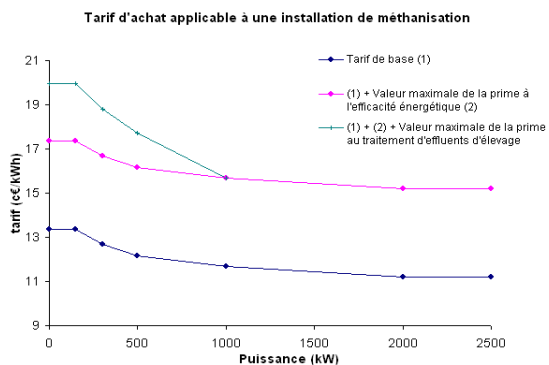


Figure 2 : Tarif d'achat applicable à une installation de méthanisation d'après l'arrêté du 19 mai 2011

Le volet territorial du dispositif de soutien

Les objectifs du dispositif d'aide territoriale seront d'inciter, quand c'est opportun, à un regroupement

des petites installations, d'inscrire les projets dans une logique territoriale au travers de la politique de gestion des déchets et d'orienter la valorisation du biogaz vers la solution la plus pertinente (bilan carbone, coûts et bénéfices à la collectivité, etc.).

Les subventions qui sont actuellement octroyées aux projets de méthanisation proviennent : du Fonds Déchets et du Fonds Chaleur de l'ADEME, du plan de performance énergétique des exploitations agricoles du MAAPRAT, du FEDER et FEADER de l'UE, les agences de l'eau et les collectivités territoriales.

La responsabilité de ce volet territorial est confiée à l'ADEME.

Il a été confié à l'ADEME un rôle de suivi de la filière. Une obligation d'identification des projets auprès de l'ADEME, préalablement à leur entrée en file d'attente de raccordement, a été instaurée.

Les tarifs d'achat pour le biométhane injecté dans les réseaux

L'ensemble des textes réglementaires nécessaire à la mise en place de l'obligation d'achat du biométhane (biogaz épuré) dans les réseaux sont attendus prochainement.



Les acteurs de la filière

LES ACTEURS INDUSTRIELS FRANCAIS :

LE BOIS ENERGIE

La chaîne de la valeur en bois énergie est particulièrement complexe et regroupe six grandes catégories d'acteurs :

- les gestionnaires de la forêt ;
- les exploitants de la forêt ;

- les entreprises de première et de deuxième transformation de la biomasse ;
- les producteurs d'énergie ;
- les équipementiers ;
- les utilisateurs finaux (résidentiel, industrie, agriculture, collectivités, secteur tertiaire).

| | Principaux acteurs | | | | | |
|--------|--|---|---|---|--|--|
| | Gestion de la ressource | Exploitation forestière | Négociants/Plateformes de stockage | Entreprises de 1ère et de 2ème transformation, producteurs d'énergie | Equipementiers | Consommateurs |
| France | <p><u>Forêt privée</u> : propriétaires forestiers (Forestiers privés de France, centre national professionnel de la propriété forestière, Fédération nationale des communes forestières)</p> <p><u>Forêt publique</u> : domaniale, communale (Inventaire Forestier National, Office National des Forêts)</p> | <p><u>Exploitants forestiers</u></p> <p><u>Entrepreneurs de travaux forestiers</u></p> <p><u>Office National des Forêts (ONF)</u></p> | <p><u>Négociants</u> :</p> <p>-ONF Energies -Bois Energie France</p> <p><u>Plateformes</u> :</p> <p>-Dalkia -Cofely</p> | <p><u>Bois d'industrie</u> :</p> <p>-fabricants de panneaux (UIPP) -papetiers (COPACEL) -Bois d'œuvre (scieries)</p> <p><u>Bois énergie</u> (Comité Interprofessionnel du Bois Energie, UPM, Dalkia, Cofely, Tembec...)</p> <p><u>Menuiserie</u></p> <p><u>Charpenterie</u></p> <p><u>Industrie du Meuble</u></p> | <p><u>Marché individuel, domestique</u> :</p> <p>-foyers fermés et inserts : cheminées philippe, Brisach, cheminées richard le Droff, invicta, cheminées de chazelles, cheminées seguin-Dutériez... -poêles à bois : supra, Godin, Deville, staub Fonderie (FrancoBelge), invicta, France turbo. -Chaudières bois:energiesystème,energie79,self climat Morvan, chaudières Miquée, chaudières perge... cuisinières : Deville, Godin.</p> <p><u>Marché collectif/industriel</u> -Equipementiers de chaufferies bois(Weiss, Compte-R)</p> <p><u>Industries connexes</u>: (conduits de fumée, vitrocéramique) : Poujoulat, Keraglass (groupe Saint-Gobain), Tôlerie Emailerie Nantaise</p> | <p>-Particuliers -Industries -Collectivités -Tertiaire</p> |
| Autres | <p><u>Connaissance de la ressource</u> : instituts de recherche (FCBA, INRA, Cemagref, AgroParisTech) <u>Développement de la demande</u> : CRE, Ademe, MEDDTL, MAPRAAT <u>Respect des objectifs nationaux</u> : Cellules Biomasse, antennes régionales de l'Ademe... <u>Marché collectif/industriel</u> : ingénierie, maîtrise d'ouvrage, et maîtrise d'œuvre des installations (chaufferies et réseaux de chaleur)</p> | | | | | |

Tableau 1 : Principaux acteurs par activité de la chaîne de valeur : le bois énergie



LES ACTEURS INDUSTRIELS FRANCAIS :

LE BIOGAZ

La chaîne de la valeur en biogaz est également très diversifiée et regroupe cinq grandes catégories d'acteurs :

- la collecte des déchets organiques ;
- les bureaux d'études et d'ingénieries ;
- les constructeurs d'unités ;
- les équipementiers de valorisation, d'épuration, de transport et distribution du biogaz ;
- les exploitants et utilisateurs finaux (agriculteurs, industries, collectivités, tertiaires)

Tableau 2 Principaux acteurs par activité de la chaîne de valeur : le biogaz

| | La collecte des déchets organiques | Les bureaux d'études et d'ingénierie | Les constructeurs d'unités | Les équipementiers d'épuration, de transport et de distribution du biogaz | Les exploitants et utilisateurs finaux |
|--------|---|--|---|---|--|
| France | <p><u>Méthanisation agricole et industrielle</u> : pas de logistique dédiée</p> <p><u>Méthanisation des boues de step et ordures ménagères</u> : filiales déchets des grands groupes de l'eau et de l'environnement (Veolia, Suez Environnement, Séché Environnement)</p> | <p><u>Méthanisation agricole</u> : Solagro, Naskeo</p> <p><u>Méthanisation des ordures ménagères</u> : Cirus, Merlin, Bio'Logic Assistance</p> | <p><u>Méthanisation agricole</u> : Fertigaz</p> <p><u>Méthanisation industrielle</u> : Proserpol, Veolia Eau, Ondeo, Degrémont</p> <p><u>Méthanisation des boues de step</u> : Degrémont, OTV (Véolia), Stéréau (SAUR)</p> <p><u>Méthanisation des ordures ménagères</u> : Valorga, Vinci</p> | -GDF Suez -Air Liquide | <p><u>Méthanisation agricole</u> : agriculteurs, bureaux d'études</p> <p><u>Méthanisation industrielle</u> : Proserpol, Saur, Suez Environnement, Véolia, industriels eux-mêmes</p> <p><u>Méthanisation des boues de step</u> : Suez Environnement, Véolia Eau, Saur</p> <p>Méthanisation des ordures ménagères : Idex Environnement, Novergie (Sita), Dalkia (Véolia)</p> |
| Autres | | <p><u>Méthanisation agricole et autres</u> Agrikomp (DE), PsPc (DE), LEE (LUX), EREP (S)</p> | <p><u>Méthanisation agricole</u> : Agrikomp</p> <p>Méthanisation industrielle : Pâques (HOLL)</p> <p><u>Méthanisation des ordures ménagères</u> : Strabag (DE), Ros Roca (ESP), BTA (DE)</p> | | |



Historique

BOIS ENERGIE

Avant l'avènement des énergies fossiles, le bois a longtemps fait l'objet d'une forte demande de la part des populations afin de satisfaire les besoins en bois de chauffage. Avant la révolution industrielle du début du XIX^{ème} siècle, les forêts feuillues traitées en taillis et en taillis-sous-futaie ont fait l'objet d'une exploitation croissante pour répondre aux besoins croissants de l'industrie. Le bois était alors transformé en charbon de bois, directement en forêt, pour être transporté plus facilement. Cela explique la localisation des verreries et des forges à proximité des grands massifs feuillus. Face à cette pression, la surface forestière a fortement diminuée.

Avec le développement du pétrole, du gaz et du charbon, au cours des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, la valorisation énergétique de la forêt a laissé place à d'autres débouchés (papier, panneaux) à côté des usages matériaux plus classiques. Si, aujourd'hui, le bois d'œuvre et le bois industrie représentent la plus large part de la valorisation française de bois, la forêt apporte toujours une importante contribution aux énergies renouvelables, puisque près de 45% des énergies renouvelables proviennent du bois. Le bois énergie permet ainsi la production de 60% de la chaleur renouvelable. D'ici à 2020, les objectifs en matières d'énergies renouvelables impliquent une forte mobilisation de la biomasse énergie puisque un tiers de l'objectif reposera sur la biomasse, dont le bois (ainsi que les produits et sous-produits de l'agriculture et les cultures énergétiques), pour la production de chaleur et d'électricité.

BIOGAZ

La formation du biogaz est un phénomène naturel de fermentation bactérienne anaérobie des produits organiques qui se produit dans les marais, les amas de fumier et dans l'intestin des animaux et des humains. Des moteurs électriques alimentés en biogaz apparaissent en Europe dès 1870. Durant la Deuxième Guerre mondiale, des véhicules fonctionnaient aux biogaz récupérés des fumiers de fermes (moteur à gaz). Au cours des cinquante dernières années, de remarquables progrès technologiques dans le développement de systèmes de digestion anaérobie ont permis l'augmentation de la productivité en méthane (CH₄) à partir de rejets organiques. En Asie (Inde et Chine), des centaines de milliers de digesteurs familiaux rustiques permettent aux familles de cuisiner sur des réchauds au biogaz. Les ressources en matières organiques valorisables par méthanisation sont bien entendu extrêmement importantes et bien réparties sur la planète. Les déchets organiques ménagers ou industriels sont, en plus, généralement produits près des lieux d'utilisation de l'électricité et de la chaleur. Le principal enjeu est donc la capacité à diffuser les différentes technologies disponibles.



LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT

Une action française publique forte

La France s'est largement impliquée dans le développement du bois énergie en mettant en place un dispositif de soutien important (appels d'offre CRE, fonds chaleur...). La biomasse ayant de nombreuses voies de valorisations : biomasse énergie (production de chaleur et d'électricité), biocarburants, chimie du végétal dont biomasse matériaux, certains programmes de recherche comporte l'une et/ou l'autre des voies de valorisation.

Le 1er programme d'importance consacré à la biomasse fut Agrice, Agriculture pour la Chimie et l'Energie, fondé en 1994 par les ministères chargés de l'Agriculture, de l'Environnement, de l'Industrie, de la Recherche, avec la collaboration de l'ADEME. Organisé autour de deux conventions fondatrices, une première de 1994 à 2000, suivie d'une seconde (2000-2007), Agrice visait au financement, au suivi et à l'évaluation de programmes de Recherche et Développement portant sur les nouvelles valorisations des produits et coproduits d'origine agricole dans les domaines de l'énergie, de la chimie et des matériaux. Agrice a permis le financement de 341 projets entre 1994 et 2007 portant sur la gestion de l'amont des filières biomasse (cultures, rendement), la transformation (optimisation des rendements de transformation), la mobilisation (stockage, logistique) et les impacts sociétaux et environnementaux. Parmi ces 341 projets, 24 sont dédiés à la thématique biomasse énergie hors biocarburant et représentent un montant d'aides d'environ 2 millions d'euros pour un coût total d'environ 6 millions d'euros.

On peut également citer le Programme National de Recherche sur les Bioénergies conduit par le binôme ADEME-ANR. Ce dernier a été conduit de 2005 à 2007 et a permis de financer 32 projets soit un montant d'aides global de 23 millions d'euros. Citons à titre d'exemple, le projet REGIX qui vise à établir un référentiel pour évaluer le gisement de la ressource lignocellulosique pour une valorisation en biomasse énergie ou encore le projet MOBICAGE qui s'intéresse à la problématique de l'approvisionnement de la biomasse lignocellulosique. En 2008, deux nouveaux programmes ont été lancés, l'un directement géré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), il s'agit du programme "Bioénergies" (BIO-E), l'autre suivi et géré par l'ADEME, Bio-ressources,

Industrie et Performances (BIP). 15 projets BIP qui ciblaient plutôt les procédés de transformation de la biomasse ont été financés en 2008 et 2009.

La Recherche et Développement dans le domaine de la biomasse énergie est importante et est complétée depuis peu par des Instituts d'Excellence en Energie Décarbonée (IEED) dans le cadre des Investissements d'Avenir.

Deux projets d'IEED ont été récemment déclarés lauréats du premier appel à projet lancé en 2010 dans le cadre des investissements d'avenir : les instituts P.I.V.E.R.T. (Picardie Innovation Enseignement et recherches technologiques) et I.N.D.E.E.D (Institut National pour le Développement des Ecotechnologies et des Energies Décarbonées). P.I.V.E.R.T. est dédié à la chimie du végétal mais comprendra un volet spécifique au pré-traitement de la biomasse, ce qui améliorera la connaissance pour toutes les filières biomasse. Quant à I.N.D.E.E.D., un volet sur la gazéification de la biomasse est prévu.

Deux acteurs publics bien identifiés : l'ADEME et l'ANR

Depuis ces deux programmes, l'ANR et l'ADEME ont géré des programmes de plus en plus importants en termes de financement sur la biomasse. En 2008, l'ANR a lancé le programme Bioénergies (Bio-E) pour une durée de 3 ans. BIO-E 08 a permis de financer 13 projets pour un montant total d'aide de 10,6 millions d'€ tandis que BIO-E 09 est à l'origine de 7 projets pour un montant total d'aide de 6,5 millions €. On peut noter les projets Sylvabiom (cultures ligneuses) et Amazon (adéquation multiressources à la gazéification).

Depuis 2010, ce programme est devenu BIO-ME (Biomatières et Energies) qui s'appuie davantage sur le concept de bioraffineries (multivalorisations de la biomasse : biomasse énergie mais aussi des produits à plus haute valeur ajoutée comme ceux de la chimie du végétal). Les axes visés sont entre autres l'amélioration de la disponibilité et la réduction des coûts de mise à disposition de la biomasse, l'amélioration des formes de biomasse mobilisables à des fins de valorisation énergétique et chimique, l'amélioration des performances technico-économiques des filières par co-valorisation intégrée matière/énergie, le développement de technologies performantes et durables de conversion industrielles de la biomasse ligno-cellulosique.

Quant à l'ADEME, elle a, à travers le fond démonstrateur de recherche financé le projet

GAYA conduit par GDF Suez. Le soutien public, d'un montant de 18,9 millions d'euros alimentera les travaux de recherche de GDF Suez et des ses partenaires : l'Union de la Coopération Forestière Française (UCFF), des organismes publics de recherche (CEA, CIRAD, CTP, FCBA, ENSTIMAC-RAPSODEE, LSGC, ENSIACET-

LGC et UCCS) et l'entreprise autrichienne REPOTEC.

Enfin, en plus de ces deux acteurs, les organismes/dispositifs suivants aident considérablement la recherche et développement sur la biomasse énergie : le Fonds Unique Interministériel, Oseo, CNRS...

Tableau 3 : Projets Biomasse du Programme National de Recherche sur les Bioénergies (ADEME)

| Acronyme | Titre | Pertinence |
|-----------------|---|---|
| Regix | Référentiel unifié, méthodes et expérimentations en vue d'une meilleure évaluation du gisement potentiel en ressources lignocellulosiques agricole et forestière pour la bioénergie en France | > Caractéristiques physico-chimiques des ressources biomasses > Impacts environnementaux des cultures > Analyses technico-économiques |
| Ecobiom | Approche socio-économique et environnementale de l'offre de biomasse ligno-cellulosique | > Analyses sociaux-économiques > Condition d'une mobilisation accrue de la ressource forestière |
| Mobipe | Méthodes, des équipements et des organisations innovantes de récolte de la biomasse forestière en zone de pente | > Optimisation des systèmes de récolte en zone de montagne > Impacts environnementaux |
| Mobicage | Développement des technologies de mesures, des systèmes d'information et des outils de production pour une approche holistique des chaînes d'approvisionnement de grande échelle en biomasse ligneuse | > Mesures de caractéristiques physico-chimiques des ressources biomasses (humidité, etc.) > Conception d'outils d'optimisation de l'exploitation et la logistique forestière |
| Anabio | Analyse environnementale et socio-technico-économique des filières de production d'énergie ex-biomasse | > Impacts environnementaux > Analyse technico-économique |
| Biomap | Analyse environnementale, socio-technico-économique et évaluation des risques des filières bioénergies : applications pratiques à différentes problématiques - (suite d' Anabio) | > Impacts environnementaux > Analyse technico-économique |
| Shamash | Production de biocarburants lipidiques par des microalgues | > Caractéristiques physico-chimiques de souches algales > Systèmes de culture |
| Precond | Pré-conditionnement de la biomasse par pyrolyse rapide pour une application biocarburants ou biocombustibles | > Optimisation logistique (transport et alimentation des unités de transformation) > Impacts environnementaux |
| Biotechnologies | Embryogenèse somatique et génomique du pin maritime | > Caractéristiques physico-chimiques > Optimisation génétique |

Les centres de compétence nationaux et européens

Les établissements publics : l'Office National des Forêts (ONF)

Les instituts de recherche et organismes techniques : institut technologique forêt, cellulose, bois, construction, ameublement (FCBA), INRA, CNRS, CEMAGREF, CIRAD

Les associations et fédérations professionnelles : l'Union de la Coopération Forestière Française, le Comité Interprofessionnel du Bois énergie, le Club Biogaz, Solagro, le Syndicat des Energies Renouvelables...

Les pôles de compétitivité : Xylofutur, Derbi, Fibres, Tenerrdis

Contributeurs : Nadia Boukhetiaia, Julien Fyot, Hubert Holin