



# **Energies alternatives, énergies renouvelables, énergies vertes**

## **2e partie : la biomasse et climat**

### **André Fontana**

Après avoir évoqué différentes pistes relatives aux énergies alternatives disponibles dans nos Sociétés, l'accent est mis sur l'attractivité de la valorisation de la biomasse et ses limites environnementales et économiques.

Keywords: énergie renouvelable, biomasse, limites écologiques et économiques

JEL Classifications: Q23 - Q34 - Q42 - Q48 and Q51

CEB Working Paper N° 15/049  
December 2015

## Energies alternatives, énergies renouvelables, énergies vertes

### 2<sup>e</sup> partie : la biomasse et climat

Par André Fontana, Dr. Ir., Professeur Honoraire,  
Université Libre de Bruxelles, Solvay Business School of Economics and Management  
Centre Emile Bernheim

**Mots clefs :** énergie renouvelable, biomasse, limites écologiques et économiques.

**Résumé.** Après avoir évoqué différentes pistes relatives aux énergies alternatives disponibles dans nos Sociétés, l'accent est mis sur l'attractivité de la valorisation de la biomasse et ses limites environnementales et économiques.

## 1 - Introduction

Dans un premier l'article<sup>1</sup>, distinction a été faite entre énergies non renouvelables (combustibles fossiles, bois, nucléaire) et renouvelables (hydroélectrique, géothermique, éolienne, solaire, de la mer et de la biomasse résiduelle).

Les *combustibles fossiles* sont caractérisés par leur disponibilité limitée dans le temps (sauf pour le charbon), leur forte dépendance d'approvisionnement, leur impact sur la balance commerciale des états, leur impact environnemental et leur coût relativement élevé et instable en raison de raisons géopolitiques.

La *biomasse* qui résulte de l'exploitation forestière destinée à la filière « bois de chauffage » est incontournable et une réalité économique pour de nombreuses populations et caractérisée par des « circuits courts » d'approvisionnement.

La *biomasse résiduelle* est constituée par tous les effluents issus de l'activité humaine (usines de transformation de la biomasse, activités agro-alimentaires et élevage, de l'habitat lui-même).

## 2 – La biomasse

On entend par *biomasse* le contenu de la biosphère, c-à-d toute matière organique présente dans les mondes végétal et animal (forêts, cultures, parcs et jardins, monde marin animal et aquatique).

La *biomasse résiduelle* est disponible en grandes quantités dans les régions actives dans l'exploitation forestière et agricole, les industries agro-alimentaires et dans les centres urbains (déchets de l'exploitation forestière, déchets des scieries et usines de transformation du bois, boues de stations d'épuration, déchets des industries agroalimentaires, déchets ménagers, ...)

L'énergie contenue dans la *biomasse résiduelle* est généralement convertie en électricité et/ou en énergie thermique industrielle d'appoint. La biomasse est constituée essentiellement de carbone et d'eau, d'où son intérêt en tant que combustible potentiel. Sa valorisation énergétique est un atout majeur<sup>2</sup>.

Cette énergie issue du monde vivant est donc pérenne. La valorisation énergétique de la biomasse ne peut s'envisager qu'à condition que l'on ne l'épuise pas à un rythme supérieur à sa formation. Il existe des cycles courts de croissance (cultures, entretien des parcs et jardins, ...) et des cycles longs parmi lesquels les forêts.

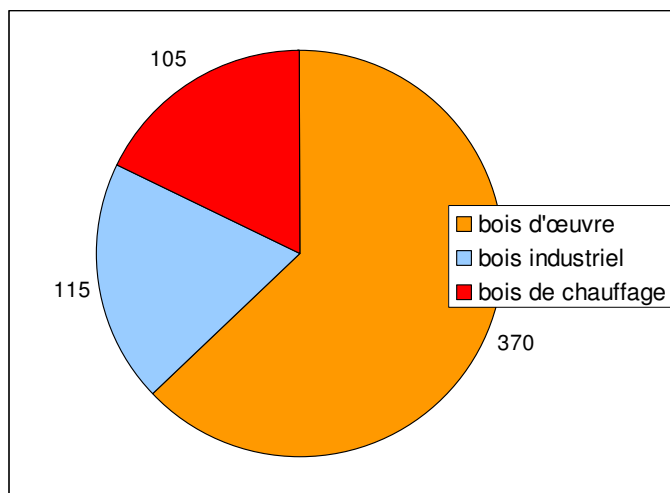
La croissance des arbres dépend de leur espèce. A l'état adulte, un arbre séquestre du carbone en assimilant annuellement de 7 à 10 kg de dioxyde de carbone par le processus de photosynthèse chlorophyllienne. Il en résulte un rythme de croissance de 15 à 20 kg/an.

---

<sup>1</sup> A. Fontana, Energies alternatives, énergies renouvelables, énergies vertes, WP - CEB 13-52, 2013

<sup>2</sup> Les *déchets urbains* qui sont acheminés vers des centrales d'incinération ne seront pas évoqués dans cette étude.

Si on prend une forêt de feuillus de 400 arbres à l'hectare, on peut estimer qu'elle atteint maturité en une trentaine d'années, ce qui correspond à une masse totale de bois de 500 à 600 tonnes. Cette forêt a un potentiel de capture du dioxyde de carbone de 3 à 4 tonnes par an. Pour être rationnelle, l'exploitation forestière ne peut dépasser le rythme renouvellement, c-à-d de l'ordre de six tonnes par an et par hectare: c'est le rôle des gestionnaires de nos forêts. L'exploitation d'une la forêt est destinée à produire des bois d'œuvre (charpentes, menuiseries), bois industriel (panneaux, papier, ...) et du bois de chauffage (fig. 1).



**Figure 1 : principales destinations des bois de nos forêts (en millions de m<sup>3</sup> par an)<sup>3</sup>**

Si l'équilibre entre production et consommation de bois est atteint aujourd'hui, il n'y a guère de place pour un nouveau secteur particulièrement gourmand, le secteur bois-énergie électrique, si ce n'est au détriment d'un secteur actuellement stable. Par ailleurs, le bois de chauffage est une réalité incontournable pour de nombreux citoyens.

Un projet de conversion d'une ancienne centrale au charbon de 150 MW à Gardanne (Hérault, F) devrait consommer annuellement un million de tonnes de bois, ce qui est peu réaliste si on tient compte d'une filière bois actuellement en équilibre.

Donc, **une filière bois-énergie** ne peut s'envisager qu'en valorisant les déchets de biomasse qui sont issus des transformations primaires du bois (bois d'œuvre et bois industriels).

Une **filière biomasse-énergie**, quant à elle, est tout-à-fait réaliste si on valorise toute forme de biomasse résiduelle.

### **3 - biomasse résiduelle : renouvelable, durable**

**Les déchets issus de la transformation primaire du bois** sont à présent valorisés sous la forme de pellets<sup>4</sup>. Avec un pouvoir calorifique de l'ordre de la moitié d'un fioul, ces pellets sont particulièrement utiles pour le chauffage domestique. De plus, ces pellets sont issus d'une production locale de déchets forestiers ou résidus des industries de transformation du bois, caractérisés par un circuit court de valorisation, avec un bilan économique positif : il s'agit donc bien d'une énergie renouvelable. Leur valorisation en centrale électrique peut s'avérer problématique si ce gisement de pellets est déjà source d'énergie alternative pour les citoyens (voir infra, centrale des Awirs et centrale de Gardanne).

<sup>3</sup> Union Européenne - Source CEE-ONU/FAO

<sup>4</sup> PCI de 16 à 18 GJ/t

**Les boues des stations d'épuration** ainsi que la fraction fermentescible des collectes sélectives sont *bio méthanisées* au Centre de Valorisation Organique de la Communauté Urbaine de Lille. La production annuelle de gaz atteint 4.111.000 m<sup>3</sup>/an (soit l'équivalent de 4.480.000 litres de diesel), avec un débit de traitement de biogaz brut de 650 m<sup>3</sup>/h<sup>5</sup>. La production devrait couvrir les besoins d'une centaine de bus qui desservent quotidiennement la communauté urbaine. En 2015, un nouveau projet (Ovilléo) est en chantier.

**Les lisiers d'élevage bovin** peuvent être rassemblés dans un réacteur de bio méthanisation, le méthane produit valorisé dans un groupe moteur-alternateur avec production d'électricité et de chaleur. La ferme de Recht (B)<sup>6</sup> a une puissance installée de 880 kW<sub>EL</sub> et une capacité de 6.350 – 6.500 MWh<sub>EL</sub> par an et une récupération d'énergie thermique pour une porcherie de 1.000 porcs à l'engraissement.

**Les déchets de l'industrie agro-alimentaire** peuvent également être valorisés sous forme d'énergie. Ainsi, à Libramont, de l'ordre de 54.000 tonnes de déchets par an (boues de laiteries, de vinasse, de glycérine, d'amidon ou d'épluchures de légumes et 30 à 40 %, de maïs ensilé,...) sont transformés en biogaz. La puissance énergétique est de 3,2 MW et la production annuelle d'électricité peut atteindre 25.600 MWh<sup>7</sup>.

La Société Electrabel (groupe GDF-SUEZ) a reconverti avec succès une série d'anciennes centrales au charbon **en centrales à biomasse**.

La Centrale de Ruien (50MW + 22MW) valorise de la biomasse résiduelle, de la pulpe d'olives et des déchets de bois

La Centrale de Langerloo (64MW) valorise des déchets de bois, des résidus de stations d'épuration, de la pulpe d'olives et du marc de café.

La Centrale de Rodenhuis (66MW) valorise des déchets de bois.

Pour ces centrales, on peut affirmer qu'il s'agit bien d'énergie renouvelable car les déchets le sont. L'énergie produite peut être qualifiée de verte parce que sans cette valorisation, ces déchets seraient épanchés ou mis en décharge avec, comme conséquence l'émission de méthane qui a un potentiel de réchauffement 23 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub><sup>8</sup>.

**Les centrales à pellets** semblent jouir d'un regain d'intérêt, mais pas sans inquiétude.

La Centrale des Awirs (85MW) valorise des pellets de bois. La consommation est de l'ordre de 60 tonnes/h avec une capacité de production de l'ordre de 1.700 MWh/j<sup>9</sup> en émettant 1,05t de CO<sub>2</sub> par MWh produit. Il serait essentiel que ces pellets (importés notamment de Pologne et du Canada) soient certifiés comme étant issus de déchets de transformation du bois<sup>10</sup>. Dans le cas contraire, cette centrale brûlerait l'équivalent de plus de 900 arbres par jour, soit 2,3 hectares de forêts par jour!

La Société EON projette la conversion d'une ancienne centrale thermique de 150 MW à Gardanne (F) en centrale à biomasse. Cette centrale est prévue pour une consommation annuelle de l'ordre d'un million de tonnes de bois<sup>11</sup>. Avec une production de 3.000 MWh par jour, elle

---

<sup>5</sup> <http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/biogaz/sequedin.php>

<sup>6</sup> Nombreux exemples d'exploitations agricoles ainsi équipées en Allemagne, la ferme Lenges à Recht (zur Ochsenbaracke, 8, 4780 Recht), visitée par l'auteur. [www.planet-biogaz.com](http://www.planet-biogaz.com)

<sup>7</sup> <http://www.faiteslepleindavenir.com/2009/11/16/a-libramont-une-usine-100-biogaz/>

<sup>8</sup> À quantité égale

<sup>9</sup> Dans l'hypothèse d'un fonctionnement 320 jours par an et 20 heures par jour

<sup>10</sup> L'ASBL ValBiom est très active sur cette problématique.

Marchal D., Van Stappen F. & Schenkel Y. 2000. critères et indicateurs de production durable des biocombustibles solides: état des lieux et recommandations. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, 13(1) : 165-176. Ryckmans Y. & André N. Novel certification procedure for the sustainable import of wood pellets to power plants in Belgium. 4 p. [www.laborelec.com](http://www.laborelec.com)

Marchal D. 2006. De l'électricité à partir des pellets. *Silva Belgica*, 113(1) :47-48. [www.valbiom.be](http://www.valbiom.be)

<sup>11</sup> <https://www.eon.fr/fr/media/communiqués-de-presse/2013/5/16/eon-va-r-aliser-la-plus-grosse-centrale-lectrique--la-biomasse-de-france.html>

émettra 1,05 t de CO<sub>2</sub> par MWh. Un calcul rapide montre qu'il ne peut s'agir de biomasse résiduelle, ce volume correspondant à de l'ordre de 1.600 arbres par jour !

La combustion se ferait à raison de 80 arbres par jour (3 arbres/heure) alors que leur croissance n'est que de 12 kg par an !

Les rythmes de combustion et de régénération ne sont pas comparables et le dioxyde de carbone émis n'est pas compensé par l'activité chlorophyllienne de capture de ce CO<sub>2</sub><sup>12</sup>.

Enfin, ces anciennes centrales charbon converties en centrales à pellets sont caractérisées par des rendements particulièrement faibles, dépassant rarement 35%. Il en résulte des émissions de dioxyde de carbone par MWh produit (1,05) nettement plus élevés que les centrales modernes au charbon<sup>13</sup> et surtout par rapport aux centrales au gaz<sup>14</sup>.

Il est paradoxal de constater qu'en Belgique, on préfère octroyer des certificats verts à une centrale non rentable qui émet beaucoup plus de dioxyde de carbone (les Awirs) que la centrale au gaz TGV de Drogenbos (430MW)<sup>15</sup> menacée de fermeture ! Avec un fonctionnement de 18h par jour et 330 jours par an, elle peut fournir 2.550 GWh (population de 500.000 habitants) et n'émettre que 920.000 tonnes de CO<sub>2</sub>, soit 0,36 t de CO<sub>2</sub> par MWh produit, soit le tiers des émissions de cette centrale des Awirs. Pourquoi ne pas octroyer des certificats verts à cette centrale au gaz qui peut assurer la transition énergétique souhaitée !

**Les déchets issus de la transformation primaire du bois** sont à présent valorisés sous la forme de pellets. Avec un pouvoir calorifique de l'ordre de la moitié d'un fioul<sup>4</sup>, ces pellets sont particulièrement utiles pour des utilisations domestiques ou des petites industries. Ces pellets sont issus d'une production locale de déchets forestiers, de scieries ou d'usines de transformation du bois, généralement dans les provinces de Luxembourg et de Liège ainsi qu'en RFA. Ces pellets répondent à des normes strictes : **DIN plus n° 7A173** et **EN plus BE**.

Le prix du pellet est relativement stable comparé à celui de l'électricité et des combustibles fossiles classiques (fig.2).

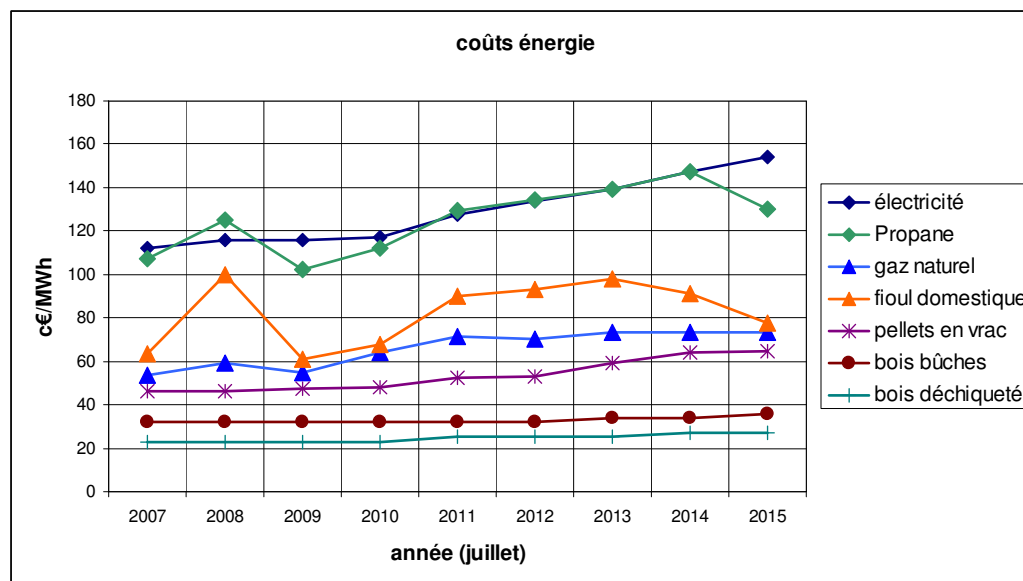


Figure 2 : coûts des différentes sources énergétiques (c€/MWh)<sup>16,17</sup>

<sup>12</sup> CO<sub>2</sub> émis en combustion de 81 arbres/h = 63t/h ; CO<sub>2</sub> capturé par photosynthèse de 81 arbres : 812 kg/an

<sup>13</sup> Pour une centrale charbon moderne sans cogénération, émission de 0,7 t de CO<sub>2</sub> par MWh

<sup>14</sup> Pour une centrale gaz TGV, émission de 0,35 t de CO<sub>2</sub> par MWh

<sup>15</sup> Équivalente à la centrale nucléaire de Doel II

<sup>16</sup> Source : ACQUALYS : <http://www.acqualys.fr/page/prix-officiel-des-energies-electricite-bois-fioul-gaz>

<sup>17</sup> MWh thermiques sauf pour l'électricité (MWh électriques)

Rappelons que le granulé de bois est un produit local et distribué dans des circuits courts. Pour les entreprises de transformation du bois, cette activité est source de revenus et génératrice d'emplois et de croissance économique. Le bilan économique est positif et il s'agit bien d'une énergie renouvelable.

**Les chaudières à biomasse** sont destinées à produire de la chaleur. Celles-ci sont prévues pour la combustion de pellets ou de plaquettes provenant de déchets de l'industrie de transformation du bois. Ces chaudières sont dimensionnées généralement dans la gamme de 8 à 300 kW<sup>18</sup>.

<p><b>Test chaudière à pellets par l'auteur</b> Chaudière KWB EF GS22 de 23,2kW Type de flamme : volcan Alimentation continue par silo de 5 tonnes Rendement : 95,2% CO : 11 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> : 105 mg/Nm<sup>3</sup> Poussières: 5 mg/Nm<sup>3</sup> Durée de fonctionnement : 24 mois 16 tonnes - Pellets DIN+ (6mm) Economie : 9.000 litres de fioul</p>
---

Il s'agit donc **d'énergie renouvelable et alternative**. Les rendements des **chaudières modernes** sont supérieurs à 90%<sup>19</sup>. Il en résulte un taux d'émission de 0,18 tonnes de CO<sub>2</sub> par MWh thermique. D'autre part, les circuits d'approvisionnement sont courts car ces déchets de biomasse proviennent d'industries locales. Le bois de chauffage est une réalité et c'est donc une alternative « verte » à la combustion dans des foyers à bois classiques qui ont des rendements inférieurs à 30%. L'énergie produite ainsi peut être considérée comme « renouvelable et verte ».

#### 4 – Conclusion

Il est essentiel de préserver nos forêts dont l'exploitation offre actuellement des applications dans les domaines de bois d'œuvre, de bois industriel et de bois de chauffage. Il en résulte de nombreux débouchés assortis de nombreux emplois. Il n'y a pas de place pour une exploitation destinée à alimenter des centrales électriques. A ce titre, le bois ne peut pas remplacer le charbon, charbon pour lequel des centrales modernes sont plus respectueuses de l'environnement que ces anciennes centrales converties en biomasse.

Tout l'effort doit être porté sur les énergies renouvelables et la rentabilisation des centrales les plus efficaces pour assurer la transition énergétique. C'est dans ce cadre que la valorisation des différentes formes de biomasse résiduelles s'impose. Dans cette optique, Electrabel dispose d'un capital non négligeable de 202MW. Pour assurer l'alimentation de ces centrales, la gestion des déchets issus des entités de transformation du bois et des déchets urbains doit être efficace, et le retour en gains énergétiques sont assurés.

La valorisation énergétique de la biomasse n'est pas neutre au niveau des émissions de dioxyde de carbone, mais bénéficie du label « renouvelable », caractérisée par des circuits courts et permet de réduire les importations de combustibles.

D'autre part, l'étude précédente a montré les énergies hydrauliques, éoliennes, solaires et géothermiques sont dépourvues d'impact environnemental<sup>1</sup>.

Préservez nos forêts !

<sup>18</sup> Ökotech, <http://www.oekotech.be/>

<sup>19</sup> Chaudières KWB jusque 300KW avec des rendements de 91 à 93%