

Mots clés

- Approvisionnement
  - Energie
  - Industrie du bois
- Mobilisation des bois

## Quel approvisionnement pour les industries du bois énergie ?

L'objectif des pouvoirs publics est d'augmenter de 50 % en 5 ans la contribution de la biomasse à la production nationale de chaleur et d'électricité, c'est-à-dire passer de 10 Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole) en 2004 à 15 Mtep en 2010. Dans ce cadre, le bois énergie est essentiel. Il représentait plus de 8,6 Mtep en 2004 répartis pour :

- 85 % en chaleur de maisons individuelles principales (7,3 Mtep),
- 13 % en chaleur dans l'industrie bois/papier (1,17 Mtep),
- 2 % en chaleur dans le collectif/tertiaire avec ou sans réseau de chaleur (0,17 Mtep).

Pour atteindre cet objectif, la puissance publique a mis en œuvre toute une série de mécanismes de développement : crédit d'impôt, directive quotas de CO<sub>2</sub>, plan bois énergie de l'ADEME et des collectivités territoriales, certificats d'économie d'énergie, fiscalité, ...

Les résultats de cette politique sont à la hauteur des moyens alloués :

- grâce aux incitations fiscales récentes, la vente de chaudières au bois a progressé de 127 % en 2005,
- l'ADEME poursuit son programme bois énergie 2000-2006 avec de forts développements sur les réseaux de chaleur collectifs

qui représentaient 166 000 tep en 2004 et qui sont en progression de 20 000 tep/an,

- suite à l'appel d'offres organisé par le Ministère de l'Industrie en 2004, 15 projets de production d'électricité à partir de biomasse d'une puissance supérieure à 12 MW ont été retenus, dont 5 sur des sites papetiers. Ils représentent 0,7 Mtep/an de biomasse dont 600 000 tonnes/an de plaquettes forestières et 800 000 tonnes/an d'écorces, sciures et résidus bois divers. La mise en service de ces unités de production doit être effective avant le 1<sup>er</sup> janvier 2007 et un prochain appel d'offres devrait être lancé en 2006.

Dans ce cadre, l'enjeu pour la filière bois porte sur les volumes mobilisables et leurs affectations entre les différents utilisateurs. En effet, en 2004, la masse de plaquettes forestières produite n'était que de 217 000 tonnes (EAB 2004), loin des besoins exprimés par les seuls projets industriels. Pour l'affectation à court terme, le marché va s'autoréguler entre les différents usages du bois (bois de trituration, bois d'œuvre, bois énergie). Cependant, à long terme, si on souhaite conserver la structure actuelle de la filière bois, il est nécessaire de mettre en place les techniques et les organisations les plus efficaces pour rendre compétitive une offre supplémentaire de bois.

Ainsi, pour répondre aux futurs besoins d'approvisionnement des industries du bois énergie, il est nécessaire de faire le point sur les gisements et les technologies existantes à ce jour pour les mobiliser.

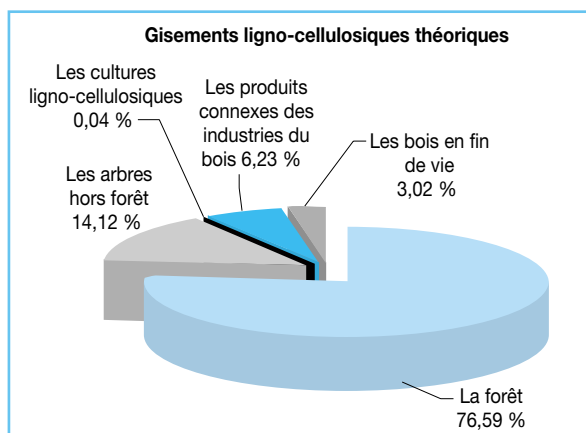


## Le bois énergie : d'abord un gisement forestier

Dans une perspective d'approvisionnement industriel, la caractéristique essentielle d'un gisement est son volume disponible. Plus il est grand, plus les acteurs, de l'amont et de l'aval, seront incités à investir pour en réduire le coût de mobilisation.

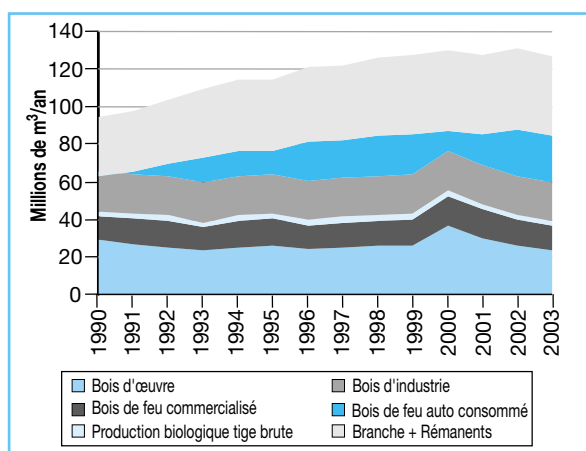
Le gisement de biomasse ligno-cellulosique a cinq composantes : la forêt et les peupleraies, les arbres hors forêt, les cultures ligno-cellulosiques (taillis à courte rotation, ...), les produits connexes des industries du bois et les bois en fin de vie. Le gisement forestier concentre les trois quarts de la disponibilité en bois.

### Estimation des gisements théoriques : 77 % de l'approvisionnement est d'origine forestière



Cependant, une partie importante de ces gisements peut servir à plusieurs usages. Ainsi, les acteurs nationaux et étrangers de la trituration (pâte à papier et panneaux), du bois d'œuvre et de l'énergie sont en concurrence pour leurs utilisations.

### Les volumes des différents usages du gisement forestier et de la biomasse encore disponibles



Dans les 13 dernières années, la récolte, tous usages confondus, a été plus faible que l'accroissement biologique de la forêt. Par ailleurs, la faible croissance de l'industrie du sciage ne permet pas d'envisager que le gisement de produits connexes de scieries puisse croître de manière sensible dans les années à venir.

Ainsi, la forêt constitue le gisement qui, à court terme, dispose des volumes qui permettraient de répondre à une demande industrielle croissante.

Cependant, les difficultés de mobilisation de la biomasse forestière conduisent à distinguer le gisement théorique de celui qui est utilisable à des conditions économiques acceptables. Les principaux obstacles à la mobilisation sont : la taille réduite des parcelles, qui rend sans objet économique l'utilisation de matériel d'exploitation de forte capacité, des modes de vente des bois bruts coûteux, l'absence d'infrastructures (chemins d'accès, places de dépôt, ...), le petit volume des bois, les conditions de topographie (pente) et de portance du sol (sol humide).

Pour répondre à la demande en bois énergie mais aussi à celle des autres usages, il est nécessaire de sortir plus de bois de nos forêts à des conditions économiques compétitives. Parmi tous les enjeux associés à cet objectif, celui de la détermination des techniques de mobilisation les plus efficaces est essentiel.

## Les techniques de mobilisation du bois énergie d'origine forestière

On s'attachera essentiellement aux matériels et méthodes de récolte visant l'approvisionnement d'entités industrielles. Celui-ci se caractérise par la fourniture de grands volumes suivant un cadencement et une qualité bien définis, à un niveau de coût compatible avec la rentabilité des acteurs de l'approvisionnement et de la transformation.

### ■ Une grande diversité de la ressource forestière...

La ressource potentielle est d'abord constituée de bois ronds marchands de diamètre supérieur à 7 cm qui ont déjà d'autres usages mais dont on pourrait augmenter la récolte. Mais elle peut

surtout provenir de bois considérés actuellement comme non marchands : toutes les petites tiges de diamètre à 1,30 m inférieur à 7 cm, les cimes au-delà de la découpe 7 cm, les branches et le houppier des arbres....

Pour les feuillus, il s'agit généralement d'essences en mélange alors que pour les résineux issus de plantations, on se trouve plutôt en présence d'une mono essence. Si l'on récolte des cimes et houppiers, les produits façonnés comporteront ou non des feuilles et aiguilles plus ou moins sèches selon l'époque et les modalités d'exploitation.

Des billons ou des grumes en toutes longueurs, à vocation bois d'industrie ou bois d'œuvre, impropres à ces usages pour diverses raisons (attaques d'insectes, problèmes phytosanitaires, bois secs ou altérés...) peuvent également être récupérés pour l'énergie. Il en est de même pour des purges, surbilles ou autres déchets d'exploitation parfois abandonnés sur coupe ou bord de route.

Il y a à la fois concurrence et complémentarité entre la récolte forestière classique de bois d'œuvre et de bois d'industrie, et celle de bois énergie.

### ■ ... à transformer en produits aux caractéristiques variées.

Les modalités de production des produits destinés à l'énergie vont dépendre à la fois du type de ressource exploitée et du cahier des charges de l'utilisateur. Plusieurs de ces produits sont semblables à ceux des industries actuelles du bois mais de nouvelles techniques peuvent apparaître générant d'autres formes de produits.

#### **Les billons et bois en toutes longueurs**

En bois d'industrie pour la pâte à papier et les panneaux, l'approvisionnement a lieu sous forme de billons de longueur fixe (2 m ou 2,50 m, parfois 4 m) ou alors en toutes longueurs avec retronçonnage en usine. Pour une utilisation énergétique, on peut retenir le même type de produits avec un fin bout éventuellement plus faible, des longueurs supérieures et une moindre qualité d'ébranchage pour limiter les coûts de façonnage.

#### **Les plaquettes**

Par ses dimensions et sa granulométrie, la plaquette forestière s'apparente à la plaquette



*La plaquette forestière peut être obtenue par déchiquetage de bois ronds, de cimes et branches, de rémanents, de chutes diverses.*

à vocation papetière mais cette dernière ne contient jamais d'écorce ni de feuilles, d'aiguilles ou de brindilles. La plaquette forestière à destination énergétique doit respecter certaines contraintes dont :

- une granulométrie régulière afin de garantir le bon fonctionnement des dispositifs d'alimentation des chaufferies,
- un taux d'humidité, variable selon les installations, mais qui doit souvent être inférieur à 30 % de la masse brute afin de permettre la combustion en conditions optimales,
- une teneur limitée en minéraux afin de générer une quantité de cendres minimale lors de la combustion.

#### **Les broyats**

Certaines grosses chaufferies peuvent absorber des granulométries grossières sous forme de broyat obtenu par des broyeurs à fléaux ou marteaux qui fonctionnent déjà pour le traitement des déchets verts des villes ou des bois de rebut.

#### **Les fagots**

Des machines récentes produisent des fagots ficelés de rémanents, tiges, branchages. Il s'agit pour l'instant de cylindres de diamètre de 60 à 70 cm, de longueur 2 m, 2,50 m voire plus pesant 400 à 500 kg. Cette technologie étant nouvelle, d'autres dimensions sont imaginables et on ne peut pas prédire si un standard va émerger.

#### **Le vrac**

On peut imaginer des perches entières ou des tronçons de perches entières livrés en vrac. Cette technique a été utilisée il y a plus de 25 ans chez Billerud, à l'époque groupe industriel



suédois du secteur bois et gros propriétaire de forêts. Les premières éclaircies y étaient réalisées par récolte d'arbres entiers transportés en usine par des camions spéciaux dotés de bras presseurs pour comprimer cette biomasse encombrante mais géographiquement proche de l'usine.

Ainsi, le cahier des charges d'une grosse chaufferie devrait être moins contraignant que celui d'une usine de pâtes. Mais il faut cependant s'attendre à des exigences d'homogénéité du produit indispensables au bon fonctionnement de l'installation et à l'optimisation de son rendement.

### ■ Des systèmes de mobilisation à adapter aux caractéristiques des chantiers

#### **Pour les bois ronds**

Toute la panoplie des matériels existants est utilisable, mais s'agissant *a priori* de petits bois, le cas le plus fréquent sera le bûcheronnage manuel ou mécanisé en billons suivi d'un débardage au porteur. Ce système de récolte en bois courts fonctionne jusqu'à des pentes de 30 % sur la plupart des terrains à condition qu'ils soient portants et ne présentent pas d'obstacles nombreux ou majeurs de type rochers, talus, grands fossés....

Sur terrains pentus ou de mauvaise portance, il faudra recourir au façonnage en bois longs et à leur vidange par débusqueur à câble. Ce système ne s'avère rentable que si les perches traitées présentent un volume suffisant de l'ordre de 0,5 m<sup>3</sup>.

#### **Pour les fagots**

Bien que plusieurs machines fonctionnent dans les pays nordiques, cette technique en est à ses balbutiements en Europe du sud. Des essais de faisabilité concluants ont été menés en France avec la machine Fiberpack de John Deere/Timberjack à la fois en résineux et en feuillus (voir Fiche Informations-Forêt n° 669). Un prototype Woodpac du groupe Komatsu/Valmet a été récemment testé en Aquitaine. D'autres matériels seraient en cours de mise au point. Dans l'état actuel des connaissances, il apparaît que :

- la fagotage doit être réalisé sur des bois frais pour profiter de l'élasticité des branches et assurer la cohérence du fagot. Sur bois secs, les liens se distendent et le fagot se disloque,

- on peut inclure des bois de diamètre 15 voire 20 cm dans le fagot,

- la machine a la taille d'un porteur et il lui faut un espace important pour le débardement de sa grue d'alimentation. Son utilisation est à réserver aux coupes rases ou comportant peu de réserves à l'hectare.



*La fagotteuse de John Deere/Timberjack dans des rémanents de peuplier.*

L'avantage de la fagotteuse est qu'elle peut fonctionner avec les porteurs classiques pour le débardage des fagots ainsi que les camions de transport utilisés pour les billons. La chaîne logistique habituelle est maintenue et le déchetage est transféré en usine.

#### **Pour les plaquettes**

En ce qui concerne le déchetage, deux grandes options apparaissent, le choix étant lié aux caractéristiques de la coupe :

**1. Soit on opère sur coupe** à l'aide d'une machine de déchetage automotrice. La machine étant lourde (15 à 20 tonnes à vide plus le chargement de plaquettes) et encombrante, elle ne peut pas évoluer sur des terrains pentus, peu portants et parsemés d'obstacles. Elle nécessite de véritables couloirs de circulation.



*La machine de récolte Silvatec à alimentation axiale est adaptée à la récolte en ligne des résineux.*

La machine de déchetage peut débiter ses plaquettes mais la contenance de sa benne est faible, souvent d'une quinzaine de m<sup>3</sup> apparent). Au-delà de quelques centaines de mètres par rapport à la place de dépôt, on lui associe généralement une "navette" constituée d'un porteur doté d'une benne élévatrice ou d'un conteneur permettant de transférer les plaquettes en bord de route pendant que la déchiqueteuse continue de travailler.

Certaines machines comme la Silvatec (voir photo) ont une alimentation axiale qui les prédispose au travail en ligne comme dans les éclaircies cloisonnées de résineux. D'autres ont une alimentation latérale favorable au travail près d'une pile de bois préalablement rassemblés. Une machine bien adaptée à certaines typologies de chantier peut s'avérer totalement inopérante dans d'autres conditions. L'orientation des bois à traiter doit être choisie en fonction de la déchiqueteuse qui va intervenir : les contraintes de déchetage sont à prendre en compte dès le bûcheronnage.

**2. Soit on débarde au porteur** les tiges, cimes ou rémanents sur une place de dépôt ou au bord d'une piste accessible aux camions où l'on procèdera au déchetage à l'aide d'une déchiqueteuse mobile. L'utilisation d'un débusqueur à câble est aussi possible et couramment pratiquée en Suisse et en Autriche.

Travailler avec un porteur évite de traîner les bois à terre et d'accumuler de la terre et du sable qui vont désaffûter les couteaux de la déchiqueteuse. Cependant, le foisonnement des branchages est considérable et l'engin de débarbage transporte rarement plus d'un tiers de sa capacité ce qui rend coûteuse cette opération. Cela suppose aussi que l'engin ait suffisamment d'espace pour charger et manœuvrer.



*Compte tenu du foisonnement des rémanents, ce porteur est en sous-charge.*



*Cette déchiqueteuse sur remorque routière est dotée de son propre moteur et d'une grue.*

Que l'on travaille sur coupe ou bord de route, l'alimentation de la déchiqueteuse n'est concevable qu'à la grue pour des questions d'ergonomie, d'économie d'effort des opérateurs et pour obtenir une productivité élevée.

### **3. Le transfert des plaquettes sur camions**

Si l'on déverse les plaquettes au sol, une partie devra être abandonnée sous peine d'inclure dans la livraison des branches, pierres, terre... qui déclencheront le refus à la réception en chaufferie. Par ailleurs, une reprise sera nécessaire, généralement réalisable avec un chariot de manutention à godet et bras télescopique. Divers camions à benne sur vérin ou à fond mouvant sont utilisables avec des capacités atteignant couramment 70 à 80 m<sup>3</sup>.

Coordonner l'activité de ces matériels n'est jamais simple car leur productivité varie en fonction de plusieurs paramètres (distance par rapport à l'usine, volume à l'hectare, ...) qui ne sont pas les mêmes selon les opérations.

En définitif, les caractéristiques physiques et sylvicoles ainsi que la localisation de la parcelle vont déterminer le système de récolte le mieux adapté. A terme, plusieurs systèmes et matériels vont cohabiter dans les mêmes zones comme actuellement en bois d'œuvre et d'industrie. Il est possible qu'une chaufferie reçoive différents produits, dont certains seraient déchiquetés sur place, à moindre coût, par un dispositif à poste fixe.

### **■ Une logistique à concevoir et à mettre en place**

Le taux d'humidité des bois sur pied étant de l'ordre de 50 % il faudra généralement prévoir un séchage ou au minimum un "réessuyage" des bois soit avant déchetage, soit après.



Trois à quatre mois de séchage à l'air libre permettent de passer de 50 % à 30 % d'humidité. Cependant, cette durée est sujette à de grosses variations suivant la météo, les saisons, ...

La présence d'une étape de séchage et la saisonnalité de l'approvisionnement vont probablement amener à constituer des plates-formes logistiques.

Ces plates-formes pourraient être uniquement dédiées au bois énergie avec des fonctions de séchage, stockage et mixage avec d'autres ressources (déchets de bois) pour obtenir un produit homogène calibré. Cependant, elles pourraient également recevoir des bois ronds, fagots et divers autres produits pouvant intéresser les actuels gros consommateurs de plaquettes que sont les fabricants de panneaux et de pâte à papier. Les différents utilisateurs bénéficieraient alors d'une certaine synergie de mobilisation de la ressource forestière.

## CONCLUSION

De nombreuses avancées techniques et organisationnelles seront nécessaires avant que le gisement forestier soit en mesure de répondre à la demande croissante de bois pour une utilisation à des fins énergétiques. Par ailleurs, des efforts seront aussi indispensables pour développer :

- les infrastructures routières pour l'accès aux chantiers (routes forestières) ou pour desservir des forêts avec des camions de 40 tonnes et plus,
- l'achat d'équipements pour les entreprises d'exploitation forestière aux capacités financières souvent trop faibles pour s'équiper sans aide,
- les compétences et le savoir-faire des acteurs de ces nouveaux modes de récolte.

A plus long terme, la concurrence entre usages risque de s'accroître : biocarburants, nouvelles valorisations "matière" de la biomasse, ...

Cependant, les gisements ligno-cellulosiques pourront aussi croître et se diversifier via les cultures énergétiques dont les taillis à courte rotation.

La structuration de l'offre de bois est déterminante pour répondre aux besoins des industriels et mettre en œuvre des modalités performantes de mobilisation. La technologie laisse alors la place à l'initiative des acteurs.



*Déversement des plaquettes en conteneur; déchetage direct dans une benne ou un camion, déchetage au sol, de multiples solutions sont envisageables.*

## Pour en savoir plus

Actes du colloque Biomasse, organisé par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche le 6 avril 2006 au Sénat ([http://www.agriculture.gouv.fr/spip/actualites\\_a5927.html](http://www.agriculture.gouv.fr/spip/actualites_a5927.html)).

Pentti Hakkila : "Developing technology for large-scale production of forest chips", Wood Energy Technology Programme 1999-2003, Final Report VTT Processes, 2006

Francis de MOROGUES  
AFOCEL Grenoble  
Domaine Universitaire  
BP 251

38044 Grenoble Cedex 9  
Portable : 06.75.09.29.13  
Tél : 04 76 76 10 14

E-Mail : [francis.de.morogues@afocel.fr](mailto:francis.de.morogues@afocel.fr)

Jean Pierre LAURIER  
AFOCEL Direction  
Domaine de l'Étançon  
77370 NANGIS  
Tél. : 01.60.67.02.33  
Fax : 01.60.67.00.27

E-mail : [jean-pierre.laurier@afocel.fr](mailto:jean-pierre.laurier@afocel.fr)

