



## BOIS-ÉNERGIE : LES FORÊTS ONT DE LA RESSOURCE !

En France, le bois sous ses différentes formes couvre 4 % des besoins énergétiques totaux du pays. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) qui coordonne le programme bois-énergie 2000-2006 encourage une utilisation plus importante et plus efficace de cette ressource, en particulier sous la forme de plaquettes forestières. Dans ce cadre, l'IFN a mené une étude visant à évaluer les disponibilités en bois-énergie aux échelles nationale et régionale. Les rémanents<sup>1</sup> de l'exploitation forestière actuelle forment un gisement de 34 millions de m<sup>3</sup> (Mm<sup>3</sup>), soit **7,3 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep<sup>2</sup>)**. Une intensification des prélèvements rendrait accessible un gisement complémentaire de 21 Mm<sup>3</sup>, soit **4,9 Mtep**. À partir de ces estimations, il reste à déterminer la quantité réellement mobilisable à un coût économique concurrentiel vis-à-vis d'autres types d'énergie, sans déstabiliser les autres usages du bois (bois d'industrie, bois d'œuvre, chimie verte...).

### Une étude de disponibilité menée par l'IFN

Le programme bois-énergie 2000-2006 (Encadré 1) soutenu par l'ADEME vise à promouvoir et augmenter l'utilisation du bois comme source d'énergie, notamment en exploitant les plaquettes forestières issues des rémanents. En concertation avec les professionnels des régions Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes et Franche-Comté, un premier travail méthodologique a été réalisé par l'association SOLAGRO, l'IFN et l'entreprise Ramassage des Bois du Midi (RBM) - La Rochette en 2002-2003. Il visait à évaluer les disponibilités en plaquettes dans ces régions selon différents scénarios technico-économiques. En 2004, à la demande de l'ADEME, l'IFN et SOLAGRO ont effectué une étude nationale sur ce même thème après un travail sur les régions Bourgogne, Rhône-Alpes et Limousin.

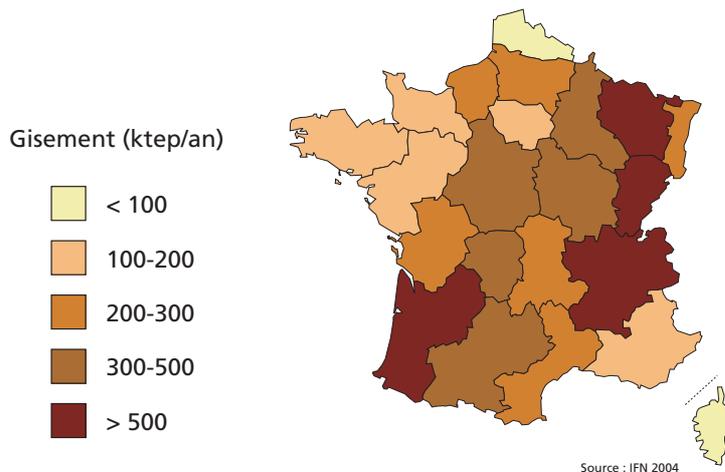


Fig. 1 : Gisement issu des rémanents de l'exploitation forestière actuelle.  
France entière : 7,3 Mtep/an.

Les résultats obtenus (Fig. 1) sont également destinés aux multiples intervenants de la filière bois-énergie permettant d'asseoir la définition de la politique publique à moyen et long terme.

<sup>1</sup> rémanents : résidus laissés sur le sol après une coupe en forêt.

<sup>2</sup> tep : quantité d'énergie obtenue en brûlant une tonne de pétrole brut.

### Sommaire

Une étude de disponibilité menée par l'IFN	1
Contexte et principes généraux de l'étude	2
Estimer la récolte en forêt	4
Un potentiel de 6 à 12 Mtep/an	5
Limites et améliorations possibles de l'étude	6
Témoignages	7
Le bois-énergie en Europe, une dynamique forte	8



INVENTAIRE FORESTIER  
NATIONAL

## Contexte et principes généraux de l'étude

Le bois est une ressource renouvelable qui présente de multiples avantages tant environnementaux que socio-économiques. **En termes d'environnement**, le bois est une source d'énergie renouvelable qui peut se substituer aux énergies fossiles limitées. Cette substitution contribue à la lutte contre le réchauffement climatique en limitant l'effet de serre. Comme tout combustible, son utilisation entraîne le rejet de CO<sub>2</sub>, mais à l'inverse des énergies fossiles, un équilibre peut s'établir entre le relarguage de CO<sub>2</sub> et sa mobilisation pour la croissance du bois. Cette énergie est renouvelable dans un temps court et les émissions nettes de CO<sub>2</sub> de la filière (émissions lors de la combustion - mobilisation par le bois) sont bien plus faibles que celles des énergies fossiles. L'ADEME estime que 4 m<sup>3</sup> de

bois-énergie permettent en moyenne l'économie de 1 t de pétrole et le rejet de 2,5 t de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Le bois-énergie constitue en outre une excellente valorisation des sous-produits et déchets de la filière bois.

**En termes socio-économiques**, la récolte, la transformation et l'utilisation de bois-énergie sont des activités créatrices d'emplois en particulier en zone rurale. Il faut compter en moyenne un emploi pour 2 000 m<sup>3</sup> de bois-énergie valorisés (source ADEME).

**En termes économiques**, le bois-énergie est un combustible dont le prix n'est que très peu soumis aux fluctuations des cours des carburants et des monnaies. Plus les énergies fossiles sont chères, plus il est compétitif.

En France, la consommation de bois-énergie est de 40 millions de

m<sup>3</sup> par an (Mm<sup>3</sup>/an) dont 25 Mm<sup>3</sup> prélevés en forêt (bûches et plaquettes forestières) et 15 Mm<sup>3</sup> issus de sous-produits de l'industrie du bois (écorces, copeaux et sciures, plaquettes, granulés, briquettes), de la filière des déchets (bois mis au rebut) et d'exploitation rurale. Cette consommation équivaut à 9,3 Mtep par an (source ADEME).

Cependant la forêt française reste sous-exploitée et des volumes significatifs de sous-produits de l'industrie du bois restent encore à valoriser. L'ADEME estime donc que, sans créer de concurrence avec les industries de la trituration, il existe une ressource de bois mobilisable et utilisable. Cette étude permet de quantifier une partie de cette ressource. En effet, le gisement de bois-énergie considéré ici est celui correspondant quasi-exclusivement aux

### Encadré 1 : Un programme ADEME bois-énergie pour 2000-2006

Depuis 1994, l'ADEME a développé un programme de soutien à l'utilisation du bois-énergie en particulier dans les secteurs collectifs et tertiaires à travers le Plan bois-énergie et développement local (PBEDL). Un programme plus ambitieux couvre la période 2000-2006 et vise à favoriser le bois-énergie pour ses multiples avantages tant environnementaux que socio-économiques. Le programme permet notamment aux entreprises et aux collectivités qui veulent investir dans le secteur du bois-énergie de bénéficier de conseils, d'aides à la décision, de primes et de financements. Il s'accompagne de différentes mesures complémentaires (recherche et développement, études générales, information, formation, normalisation...) comme l'étude présentée dans ce numéro de L'IF. Le programme vise trois secteurs distincts : le chauffage domestique (un foyer sur deux est équipé d'un chauffage au bois en France), les chaufferies industrielles et le chauffage urbain, collectif et tertiaire. Pour chaque secteur, le tableau ci-dessous présente la situation en 2000 et les objectifs chiffrés qui ont été établis. Fin 2004, le niveau d'atteinte des objectifs en termes d'économie d'énergie était de 74 % pour le secteur collectif/tertiaire et de 70 % pour le secteur industriel. En termes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, l'objectif était atteint à 76 %.

	Chauffage domestique	Chaufferies industrielles	Chauffage urbain collectif et tertiaire
Situation en 2000	Consommation de 8 Mtep/an (~ 35 Mm <sup>3</sup> ) Rendement énergétique faible (30 à 40 %)	Environ 600 chaufferies, économie de 800 000 t CO <sub>2</sub> /an	Environ 500 chaufferies, secteur en forte croissance
Objectifs généraux du programme bois-énergie 2000-2006	Améliorer de 10 % le rendement énergétique Améliorer de 10 % la performance environnementale Promouvoir le chauffage au bois	Installer 400 chaufferies puissance de 650 MW Généraliser l'utilisation de proximité des sous-produits de transformation du bois	Installer 600 chaufferies puissance de 350 MW Développement d'un réseau de référence
Objectifs en termes d'économie d'énergie fossile	300 000 tep/an		300 000 tep/an
Objectifs en termes de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	700 000 t de CO <sub>2</sub> /an		700 000 t de CO <sub>2</sub> /an
Objectifs en termes de création d'emplois	1 000 emplois		600 à 1 000 emplois

Tableau a : État des lieux et objectifs du programme bois-énergie 2000-2006 par secteur



## Encadré 2 : Les différents compartiments de l'arbre utilisés dans cette étude

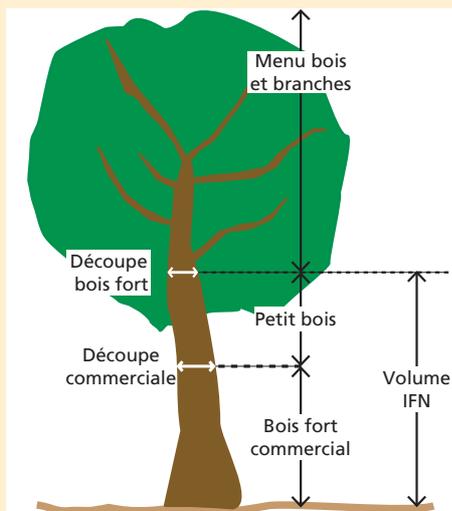


Fig. a : Les compartiments de l'arbre

L'arbre est décomposé en trois compartiments : le bois fort commercial, le petit bois de la tige et le menu bois et les branches. Les autres parties de l'arbre, comme les feuilles, les aiguilles, la souche et les racines, ne sont pas prises en compte.

- **le bois fort commercial** : c'est le volume de la tige en dessous de la découpe commerciale. Il a été uniquement utilisé dans le cas du gisement futur associé à une intensification des prélèvements pour les taillis (réorientation) et les éclaircies pré-commerciales en résineux ;
- **le petit bois de la tige** : c'est le volume de la tige compris entre la découpe commerciale et la découpe bois fort (7 cm de diamètre). Il est estimé à partir de l'échantillon des arbres mesurés par l'IFN. Le volume de rémanents petits bois est calculé selon le groupe d'essences et la classe de dimension de l'arbre ;
- **le menu bois et les branches** : c'est le volume de la tige au-delà de la découpe bois fort et le volume des branches. Ce volume est estimé à partir de facteurs d'expansion issus du programme de recherche Carbofor<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Cf. L'IF n°7, La forêt française : un puits de carbone ? Son rôle dans la limitation des changements climatiques, mars 2005.

rémanents de l'exploitation forestière : partie non-commercialisée de la tige et des branches (Encadré 2).

De plus, seuls les rémanents provenant des forêts de production

ont été pris en compte (les forêts récréatives ou de protection, les peupleraies et les arbres hors forêt ne sont pas inclus dans cette étude). En France, seuls 69 %<sup>3</sup> de la production nette<sup>4</sup> annuelle sont

récoltés. Ce taux de prélèvement signifie que, même dans un contexte de gestion durable de la forêt, il est possible d'accroître de façon significative les récoltes (Encadré 3).

<sup>3</sup> Cf. *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*, Édition 2005 (à paraître).

<sup>4</sup> La production nette calculée par l'IFN ne prend en compte ni le volume de la tige au-delà de la découpe bois fort (diamètre inférieur à 7 cm), ni le volume des branches.

## Encadré 3 : Collecter davantage de rémanents forestiers ?

Augmenter la collecte de rémanents forestiers nécessite de connaître les impacts d'une telle pratique afin de réaliser une gestion raisonnée. Cette possible intensification serait loin d'atteindre le niveau de prélèvement des pratiques sylvicoles des siècles passés (bois de feu, pâturage...). En 2003, une étude bibliographique financée par l'ADEME a été réalisée sur ce thème par l'Association forêt-cellulose (AFOCEL) en collaboration avec l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), l'Institut pour le développement forestier (IDF) et la coopérative forestière Forestarn.

Des effets positifs sont à noter : réduction des départs de feux en forêt, facilitation des travaux de reboisement. La récolte des rémanents s'accompagne cependant d'une exportation minérale accrue : la récolte des houppiers peut conduire à des exportations trois fois plus importantes que l'exploitation des troncs seuls. Le calcium est le plus susceptible d'être déficitaire lors d'une intensification des récoltes suivi par le phosphore et l'azote tandis que les risques sont plus limités pour les autres minéraux. En cas de coupe rase, la récolte de rémanents ne semble guère influencer les pertes en éléments minéraux qui ont surtout lieu par drainage. L'exploitation de l'arbre entier peut aussi provoquer l'acidification des sols, car les cations alcalins ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ), surtout contenus dans les branches et les feuillages, sont effectivement enlevés. Tout ceci peut conduire pour certaines stations à des retards de croissance.

Les rémanents servent aussi d'isolant thermique régulant le microclimat au niveau du sol. L'enlèvement des rémanents peut donc changer ce microclimat, parfois accroître la concurrence herbacée ou ne plus assurer leur rôle de protection des semis. Enfin, les rémanents jouent habituellement un rôle de tapis protecteur qui limite le tassement des sols lors des phases de récolte.

Quelques pratiques culturales peuvent réduire les exportations minérales. On peut laisser sécher les rémanents quelques mois avant leur récolte, ramasser les rémanents de feuillus en hiver, ne pas récolter les arbustes et la végétation adventice et limiter le nombre de récoltes de rémanents au cours de la vie d'un peuplement. Il est aussi possible d'utiliser les cendres produites pour fertiliser les parcelles.

## Estimer la récolte en forêt

Les rémanents se présentent essentiellement sous la forme de plaquettes forestières (Encadré 4). Deux types de gisement ont été identifiés (Encadré 5) : l'un correspond aux rémanents liés au niveau actuel de récolte (gisement 1) et l'autre privilégie une intensification des prélèvements (gisement 2). Deux méthodes ont été utilisées pour approcher au mieux cette récolte.

### La méthode du bilan appliquée aux feuillus

L'équation du bilan entre deux inventaires forestiers successifs (notés n et n+1) permet d'évaluer les prélèvements pour la période correspondante (Fig. 2). Les volumes sont estimés à chaque inventaire de l'IFN. La production nette entre deux inventaires est déduite à partir des productions nettes lors de chaque inventaire. Il est facile d'en déduire les prélèvements<sup>5</sup>. Sachant que les prélèvements sont inférieurs à la

$$\text{volume}_n + \text{production nette}_{(n,n+1)} = \text{volume}_{n+1} + \text{prélèvements}_{(n,n+1)}$$

Fig. 2 : Équation bilan entre deux inventaires forestiers successifs

production nette, la différence entre production nette et prélèvements constitue une première estimation simple d'une possible intensification des récoltes à la double condition que :

- la structure des peuplements en terme de classe d'âge ou de classe de diamètre soit équilibrée ;
- leur surface soit stable.

Si on considère que la première condition est vérifiée au niveau national en première approximation, on sait parfaitement que la surface des peuplements feuillus augmente régulièrement en France. Cet état de fait entraîne une sous-estimation du gisement de bois-énergie.

### Une étude prospective de disponibilité résineuse

La disponibilité est la quantité de bois qu'il sera possible de prélever dans une zone donnée, pendant une période donnée en appliquant

des règles raisonnables de gestion. Pour les résineux, l'hypothèse d'une stabilité de la production nette est encore moins acceptable

que pour les feuillus : les disponibilités vont fortement augmenter à l'avenir, avec l'arrivée à maturité des plantations d'après guerre

#### Encadré 4 : les plaquettes forestières

L'exploitation et les travaux forestiers laissent sur place un grand nombre de branches et de résidus susceptibles d'être déchetés sous la forme de « plaquettes » qui alimenteront des petites chaudières automatiques, des chaufferies collectives, des réseaux de chaleur. La transformation peut se faire pour les petits chantiers par des déchiqueteuses à disque entraînées par un tracteur et alimentées manuellement ou par des déchiqueteuses autonomes à disque ou à tambour munies d'une grue pour les plus gros chantiers. On peut déchiqueter du bois vert dont

l'humidité, proche de 50 %, diminuera rapidement du fait des phénomènes de fermentation dans le tas. On peut également déchiqueter du bois sec (30 à 35 % d'humidité après un été de séchage) entreposé en forêt ou dans un lieu intermédiaire. Dans tous les cas, on obtient après plusieurs mois un produit à 20-25 % d'humidité. Selon l'ADEME, celui-ci a un contenu énergétique d'environ 3 300 à 3 900 kWh par tonne (2 200 à 2 900 kW/t pour des plaquettes vertes).

La qualité d'une plaquette se définit par sa granulométrie c'est-à-dire les dimensions de la plaquette, sa masse volumique apparente, son pouvoir calorifique et son taux de cendres (importance des résidus minéraux après combustion). Ces quatre paramètres peuvent être adaptés aux besoins du client (choix du type de broyage, de l'essence, du mode de séchage).

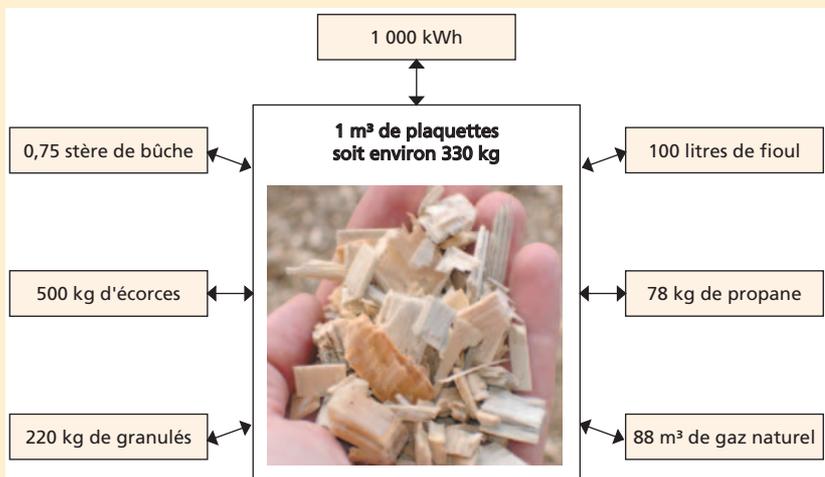


Fig. b : Quelques équivalences simplifiées entre combustibles (source ITEBE)

<sup>5</sup> Seuls les chiffres antérieurs à 1999 ont été utilisés pour cette méthode du bilan car les prélèvements et la mortalité inhabituels des tempêtes de 1999 introduisent un biais important dans les résultats.



(épicéa et Douglas notamment). Une étude de ressource et de disponibilité résineuse pour la France entière à l'horizon 2015<sup>6</sup> a été réalisée en 2004 conjointement

par l'AFOCEL et l'IFN (financée par la Direction générale de la forêt et des affaires rurales). La disponibilité a été estimée à partir de la ressource actuelle, de modèles

de croissance et de scénarios de gestion sylvicole. À partir de cette prospective, il a été possible d'évaluer les gisements de bois-énergie des peuplements résineux.

### Encadré 5 : Gisements

Les gisements peuvent être exprimés en volume de bois, en masse anhydre (masse de bois sec) ou en unité énergétique.

	Unité	Abréviation	Remarque
Volume	Millions de mètres cubes	Mm <sup>3</sup>	
Masse anhydre	Millions de tonnes	Mt	La masse anhydre est le produit du volume par la masse anhydre volumique qui varie en fonction de l'essence
Unité énergétique	Tonne équivalent pétrole	tep	1 tonne de masse anhydre = 0,43 tep

**Le gisement 1** est le gisement disponible si on exploite les rémanents d'exploitation en ne modifiant pas l'intensité des prélèvements (« prélèvements actuels »). Il est estimé par la méthode des bilans.

**Le gisement 2** est le gisement associé à une intensification des prélèvements. Il correspond aux rémanents de la récolte supplémentaire suivante :

1/feuillus : « production nette » – « prélèvements » ;

2/résineux : « disponibilité selon le scénario futur sur la période 2011-2015 » – « gisement 1 ».

Dans le cas particulier des taillis et des éclaircies de petit bois en futaie résineuse, on considère que c'est la totalité de l'arbre qui est utilisée comme bois-énergie.

Les gisements peuvent être répartis selon différents critères sous réserve de représentativité :

- **régions et départements administratifs** ;
- **régime forestier du peuplement** : futaie / mélange de futaie et de taillis / taillis ;
- **groupe d'essences** : feuillus / résineux ;
- **exploitabilité** : facile / moyenne / difficile / très difficile. Ce critère d'exploitabilité est fonction de la proximité d'une piste, de la distance de débardage, de la pente et de la nature du terrain ;
- **type de coupe** : éclaircie / coupe rase ;
- **classe de dimension de l'arbre** : petit bois (classes de diamètre de 10 à 20 cm) / moyen bois (classes de 25 à 35 cm) / gros bois (classes de 40 cm et plus).

## Un potentiel de 6 à 12 Mtep/an

Le gisement 1 s'élève à environ 7,3 Mtep pour la France entière soit l'équivalent de 34 Mm<sup>3</sup> (Fig. 3). Il se limite à 5,4 Mtep si on exclut le petit bois (1,8 Mtep). Les régions qui présentent le plus gros potentiel sont l'Aquitaine (917 ktep/an)<sup>7</sup>, la Lorraine (838 ktep/an), Rhône-Alpes (533 ktep/an) et la Franche-Comté (517 ktep/an). L'actuel programme bois-énergie conduira à augmenter la consommation d'environ 2,1 Mtep sur la période 2000-2006. Au vu des résultats, cela semble réalisable.

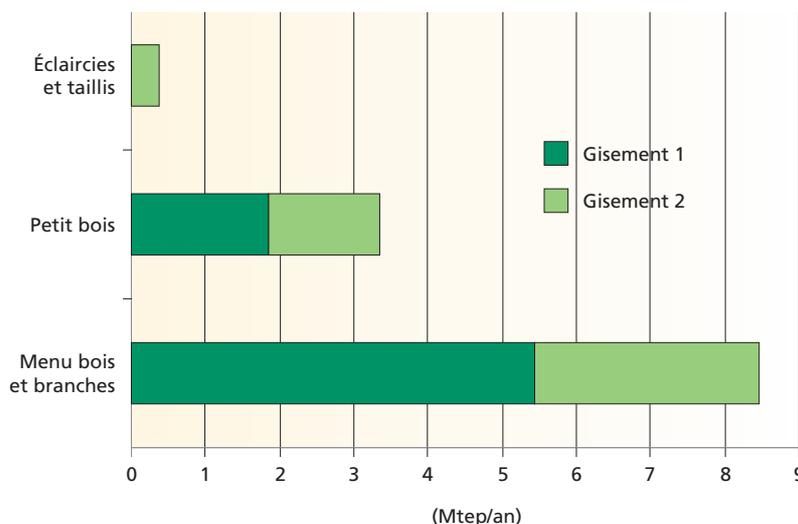


Fig. 3 : Répartition des gisements selon les compartiments de l'arbre

<sup>6</sup> Cf. L'IF n° 6, Ressource et disponibilité forestières : une valorisation importante de l'Inventaire, décembre 2004.

<sup>7</sup> 1 ktep = 1 000 tep.

Le gisement 2 est issu de la mobilisation de différents compartiments selon les situations sylvicoles : les rémanents de l'exploitation forestière, les éclaircies résineuses de petit bois et les taillis. Ce gisement supplémentaire est estimé à 4,9 Mtep. Les rémanents constituent

l'essentiel de ce gisement avec 4,5 Mtep. Le gisement 2 et les rémanents se limitent respectivement à 3,4 Mtep et 3 Mtep si on en exclut le petit bois de la tige (1,5 Mtep). Les éclaircies représentent 0,4 Mtep. Les taillis constituent un apport très faible. Ces estimations physiques de

gisement ont été calculées en posant l'hypothèse suivante : les plaquettes forestières ne sont qu'un sous-produit de l'exploitation forestière. SOLAGRO a évalué la part mobilisable de ce gisement en tenant compte de plusieurs critères technico-économiques (Encadré 6).

**Encadré 6 : Une mobilisation des plaquettes forestières liée au contexte technico-économique**

Économiquement, il n'est possible d'exploiter qu'une partie du gisement calculé par l'IFN. L'introduction de scénarios économiques permet d'illustrer une mobilisation progressive du gisement de bois-énergie en tenant compte des contraintes technico-économiques et en particulier du contexte énergétique global du moment. Trente-quatre scénarios techniques ont été définis en 2004 par SOLAGRO en fonction de six critères (exploitabilité, groupe d'essences, régime forestier, type de coupe, diamètre et compartiment). Pour chaque scénario, un pourcentage de mobilisation en fonction du prix de l'énergie a été établi ([www.boisenergie.ifn.fr/methode.php?page=2](http://www.boisenergie.ifn.fr/methode.php?page=2)). Plus l'énergie fossile est chère, plus le pourcentage mobilisable est important (Tab. b).

Prix du baril de pétrole <sup>b</sup>	Taux de gisement mobilisé
31 \$	20 %
37 \$	38 %
43 \$	58 %
49 \$	69 %

*Tableau b : Mobilisation globale du bois-énergie en fonction du coût de l'énergie fossile*

<sup>b</sup> 1 € = 1,23 \$.

### Limites et améliorations possibles de l'étude

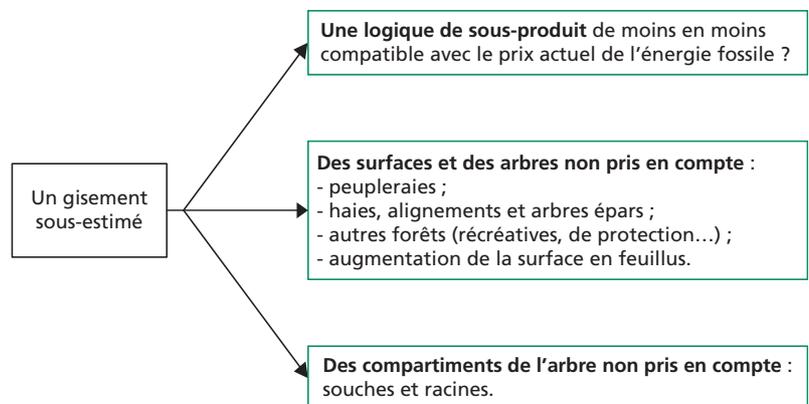
L'étude a été réalisée en 2004 en se plaçant dans une logique de sous-produit (Fig. 4) et de coût de l'énergie plus bas qu'aujourd'hui. Étant donné le prix du bois d'industrie, des transferts d'usage pourraient se faire en fonction de la valeur attribuée au bois plaquettes. Dans ce cas, le gisement de plaquettes serait à évaluer à partir de l'arbre entier.

L'étude se limite aux forêts de production qui en 2004 couvrent 14,6 millions d'hectares (Mha) selon l'IFN. Il faudrait ajouter les peupleraies et les rémanents issus des arbres hors forêts (bosquets, haies et arbres épars) dont la superficie est estimée par Teruti<sup>8</sup> à 1,8 Mha.

Cette étude constitue une première approche des disponibilités en bois-énergie aux

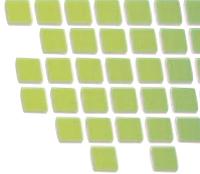
échelles nationale et régionale. Elle montre que les disponibilités actuelles sont supérieures aux besoins et que la ressource en rémanent forestier ne constitue pas un frein au développement. La situation peut être localement différente. Aussi, la mise en œuvre d'un projet utilisant les plaquettes forestières nécessite une étude

locale détaillée plus poussée des disponibilités à court et moyen terme intégrant le contexte technico-économique local. L'IFN est à même de réaliser ce type de travail en combinant ses données cartographiques et statistiques aux informations fournies par les acteurs locaux.



*Fig. 4 : Un gisement sans doute sous-estimé*

<sup>8</sup> Teruti est l'enquête annuelle d'occupation des sols conduite par le Service central des enquêtes et études statistiques (Scees).



## Témoignages

**Jean-Christophe POUËT**, chef de projet bois-énergie et réseaux de chaleur à l'ADEME

« En 2004, la plaquette forestière mobilisée pour l'énergie représente 25 % des combustibles utilisés en chaufferies collectives et tertiaires. Malgré ce rôle encore limité, ce biocombustible est appelé à se développer en raison de la forte demande future et de la forte valorisation des autres gisements de bois (sous-produits de l'industrie, déchets bois en fin de vie) pour le papier, le panneau, le paillage et l'énergie.

Dans ce contexte, l'ADEME a engagé des travaux avec SOLAGRO et l'IFN dès 2002, avec l'objectif d'élaborer une méthode d'estimation du gisement économiquement mobilisable pour l'énergie à partir de la forêt : la plaquette forestière. L'étude permet d'identifier un gisement physique national supplémentaire de 6 à 12 Mtep/an de plaquettes forestières à partir principalement de rémanents suivant des scénarios technico-économiques, les conditions d'exploitation forestière et notamment en fonction des futures conditions de production du bois d'œuvre et d'industrie. Pour mémoire, les objectifs actuels du programme bois énergie 2000-2006 dans les secteurs collectif et industriel sont de 300 000 Mtep/an supplémentaires substituées en 2006.

Compte tenu des enjeux et des évolutions programmées, la plaquette forestière va jouer un rôle essentiel, bien sûr, il faudra rester vigilant sur les impacts écologiques, ce à quoi l'ADEME veille aussi. »

**Pierre DUCRAY**, directeur de l'Union de la coopération forestière française

« Estimer le stock existant et le potentiel de production à long terme des ressources ligneuses françaises susceptibles de participer à la diversification des combustibles renouvelables utilisés dans le bouquet énergétique national devient un impératif évident, compte tenu de la raréfaction des sources d'énergies fossiles.

Une étude telle que celle qui a été menée par IFN et SOLAGRO a le grand mérite de fixer les ordres de grandeur et de mettre en perspective les possibilités d'implantation de sites de consommation de ces combustibles, sur des bases objectives.

Bien entendu, il ne s'agit que d'une étude à échelle macroscopique, basée sur une disponibilité théorique, même si elle intègre déjà fort justement des hypothèses relatives au caractère facilement mobilisable ou non de la ressource. Cette étude devra nécessairement être complétée par des études plus fines sur les possibilités concrètes de mobilisation des acteurs, projet par projet : c'est leur engagement sur un plan d'approvisionnement qui sera seul déterminant.

Mais les valeurs annoncées dans cette étude sont suffisamment démonstratives pour valider la justification d'une politique très volontariste en faveur du bois énergie, que peut mener la France sans risque de déstabilisation des industries du bois existantes, en s'appuyant sur sa ressource forestière abondante, diversifiée et aujourd'hui encore largement sous utilisée. »

**Stéphane CORÉE**, Président de la Commission des responsables d'approvisionnement en bois de la Fédération des Producteurs de Pâtes de Cellulose

« L'étude réalisée par l'IFN pour l'ADEME confirme qu'en France le volume de bois-énergie mobilisable à partir de plaquettes forestières est important et sous-utilisé. Elle conforte les acteurs de la filière dans l'idée que les rémanents forestiers représentent des volumes significatifs et exploitables à grande échelle. Toutefois, il paraît nécessaire de rappeler quelques points de nature à mettre les résultats de l'étude en perspective.

En premier lieu, certaines des hypothèses retenues peuvent faire l'objet de discussions (valeurs des découpes et des coefficients d'expansions, potentiel de récolte de 80 % des rémanents, absence de modulation de l'intensité du prélèvement en fonction de la fertilité des stations...) et conduire à minorer les résultats donnés. Cette validité des résultats, notamment à l'échelle de la région ou du département, a d'ailleurs fait l'objet de discussions « sur le terrain ».

En deuxième lieu, rappelons que l'analyse de la disponibilité de la ressource nécessite de prendre en compte le coût de sa mobilisation. Sur ce point, les scénarios technico-économiques considérés pourraient être plus en adéquation avec la réalité. Par exemple, le résultat (voir encadré 6 ci-contre) selon lequel un prix du baril à 31 USD rend économiquement possible, sans subventions, la mobilisation de 20 % des rémanents (soit 6,8 Mm<sup>3</sup> de bois en considérant le gisement 1) n'a pas été observé, alors même que le cours du Brent dépasse cette valeur depuis la fin 2002.

Enfin, même si ce n'était pas l'objet de l'étude, les analyses effectuées ne prennent pas en compte l'effet d'une production accrue de plaquettes sur les approvisionnements en bois des sites industriels. En effet, dans l'évaluation du gisement 2, il existe un risque certain que les bois qui peuvent faire l'objet d'une valorisation matière soient à l'avenir utilisés pour la production d'énergie. Cet effet de substitution, particulièrement lorsqu'il est encouragé par des financements publics, serait assurément négatif pour l'ensemble de la filière. »

## Pour en savoir plus

L'IFN et ses données : [www.ifn.fr](http://www.ifn.fr)

Le site de l'ADEME : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

Le site de SOLAGRO : [www.solagro.org](http://www.solagro.org)

Les principaux résultats de l'étude d'après un programme développé par SOLAGRO et l'IFN : [www.boisenergie.ifn.fr](http://www.boisenergie.ifn.fr)

Le portail du bois-énergie : [www.itebe.org](http://www.itebe.org)

Le site de Carbofor : [www.carbofor.fr.st](http://www.carbofor.fr.st)

ADEME *Plaquette du programme bois-énergie 2000/2006*, 2000, 8 p.

ADEME, *Documentation diverse*, 2005, 29 p.

AFOCEL, Impact du prélèvement des rémanents en forêt, *Informations-forêt*, n° 1, 2004, Fiche n° 686, 6 p.

Dossier : Produire des plaquettes forestières et mieux gérer nos forêts, *Forêt entreprise*, n° 152, 2003, p. 18-48

EurObserv'ER, Le baromètre du bois-énergie, *Systèmes Solaires*, n° 164, 2003, p. 39-48

KARJALAINEN & al., *Estimation of Energy Wood Potential in Europe*, Working papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004, 43 p. [www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp006.pdf](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp006.pdf)

Le bois international, Bois d'industrie et bois d'énergie : concurrence ou complémentarité ?, *Le cahier du bois-énergie*, Cahier n° 27, 2003, p. 12-22

MCKAY (H.), HUDSON (J.B.), HUDSON (R.J.), *Woodfuel resource in Britain : main report*, Forestry Contracting Association, 2003, 83 p.

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, IFN, *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*, Édition 2005, à paraître.

SOLAGRO, IFN, *Amélioration de la méthode d'évaluation du potentiel forestier bois-énergie (production de plaquettes) – Tests supplémentaires en Limousin, Bourgogne, Rhône-Alpes*, Rapport d'avancement n° 1, 2004, 16 p. + annexes.

SOLAGRO, IFN, La Rochette – RBM, *Méthode d'évaluation du potentiel forestier bois-énergie – Rapport final*, 2003, 80 p.

## Le bois-énergie en Europe, une dynamique forte

L'Union Européenne (UE) a approuvé en 1997 un « livre blanc » sur les énergies renouvelables. Ce document prévoit le doublement de leur utilisation d'ici 2010 (passage de 6 à 12 % de l'énergie utilisée dans l'UE). Une directive européenne a également été adoptée en 2001 fixant des objectifs quantitatifs sur la part de la production d'électricité d'origine renouvelable. Dans ce contexte, le bois-énergie et les autres énergies renouvelables (éolienne, biogaz, géothermie...) sont mis en avant.

Le baromètre du bois-énergie de l'organisme EurObserv'ER (observatoire des énergies renouvelables) indique que 43 Mtep de bois-énergie ont été produites dans l'UE à quinze en 2003. La valorisation est thermique à 83,4 % et électrique pour le restant. La France, avec 9,3 Mtep d'énergie primaire produites par le bois-énergie en 2003 arrive en tête des pays de l'Union mais elle n'arrive qu'en sixième position si l'on rapporte la production au nombre d'habitants. Avec 0,16 tep/hab, le pays est devancé par la Finlande (1,21 tep/hab), l'Autriche (0,89 tep/hab), la Suède, le Portugal et le Danemark.

La Finlande est en pointe dans le domaine du bois-énergie. La filière couvre en effet 50 % des besoins calorifiques des 5,1 millions d'habitants et 20 % de la consommation d'énergie primaire. En 1999, un programme a été mis en place pour développer de grandes unités de chaufferies fonctionnant en cogénération. La puissance du parc finlandais serait à l'heure actuelle de 900 MW pour une production d'électricité de 11 TWh. En Autriche, le bois-énergie joue également un rôle important dans le paysage énergétique. Fin 2003, on y dénombrait 4 000 chaufferies et une vingtaine de centrales électriques. Le Danemark a une longue tradition d'utilisation de la biomasse malgré une surface forestière peu abondante (450 000 ha soit 0,10 ha/hab). Environ un quart du bois récolté est vendu pour du bois-énergie, vu le faible nombre d'industries utilisant les bois de moindre qualité et du nombre important de réseaux de chaleur. La plaquette forestière représente 200 000 m<sup>3</sup>/an.

Nouveau pour certains ou datant d'une trentaine d'années pour d'autres, l'intérêt pour la filière bois-énergie est croissant. Dans ce contexte, METLA, l'Institut finlandais de recherche sur la forêt, a mené en 2003 une étude de disponibilité de bois-énergie dans les forêts de production de l'Europe des 25. D'après cette étude, pour l'ensemble de la zone, les résidus de l'exploitation forestière actuelle sont estimés à 173 Mm<sup>3</sup>/an dont 63 Mm<sup>3</sup>/an récoltables en tenant compte de différents paramètres techniques soit respectivement 37,2 et 13,5 Mtep/an. Pour la France, les résidus de l'exploitation forestière sont évalués à 22,6 Mm<sup>3</sup>/an (4,9 Mtep) dont 8,6 Mm<sup>3</sup>/an (1,8 Mtep) techniquement récoltables. Des différences de définition et une simplification des hypothèses de travail expliquent la différence entre ces résultats et ceux de l'étude IFN-SOLAGRO.

### CONTACT

Chargé de communication :  
N. ROBERT  
Inventaire forestier national  
Château des Barres  
F – 45290 Nogent-sur-Vernisson  
Tél. : +33(0)2 38 28 18 18  
Courriel : [nrobert@ifn.fr](mailto:nrobert@ifn.fr)

### ABONNEMENT

L'IF est téléchargeable sur le site internet de l'IFN : [www.ifn.fr](http://www.ifn.fr)  
Pour recevoir L'IF ou modifier vos coordonnées :  
par fax : +33 (0)2 38 28 18 28  
ou par courriel : [ifl@ifn.fr](mailto:ifl@ifn.fr)

### L'IF

**Directeur de la publication**  
C. VIDAL  
**Rédaction**  
S. LUCAS  
**Conception et réalisation**  
A. HAMONIC, IFN  
**ISSN : 1769-6755**