

Université catholique de
Louvain



Région wallonne
DGRNE – DGTRE



Département MILA
Unité des eaux et forêts



Etude des ressources « bois-énergie » en Région wallonne

Rapport final

février 2007

Responsable scientifique : Quentin Ponette, UCL–EFOR

Réalisation : Bureau d'expertise forestière Daniel Bemelmans

Philippe Polomé, UCL–ECRU

Avec la collaboration active de Hugues Lecomte de la Cellule de l'Inventaire forestier permanent de la Région wallonne

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Objectif de l'étude	3
1.2	Les produits du bois-énergie	3
1.3	Les sources du bois-énergie	5
1.4	Actualité du secteur bois-énergie	5
2	Analyse systémique de la filière bois-énergie en Wallonie	8
2.1	Diagramme de flux du secteur en Wallonie	9
2.2	Ressources forestières en bois-énergie en Wallonie et régions limitrophes	10
2.2.1	Wallonie	10
2.2.2	Région flamande et bruxelloise	12
2.2.3	France	13
2.2.4	Allemagne	13
2.2.5	Grand-duché de Luxembourg	15
2.2.6	Synthèse des ressources forestières	16
2.3	Ressources agricoles	16
2.3.1	Les haies	16
2.3.2	Les taillis à très courte rotation (TtCR)	18
2.3.3	Synthèse des ressources agricoles	18
2.4	Autres ressources : rémanents et sous-produits	19
2.4.1	Les rémanents de coupes rases	19
2.4.2	Sous-produits de l'utilisation du bois	20
2.5	Flux de matières en Wallonie	21
2.5.1	Transformateurs	24
2.5.2	Utilisateurs finaux	25
2.6	Coûts et prix par produits	26
2.6.1	Valeur sur pied des produits provenant des propriétaires privés ou publics	26
2.6.2	Coûts de mobilisation	27
2.6.3	Prix des produits 'matière' rendus chez le transformateur	28
2.6.4	Prix des produits 'énergie' rendus chez l'utilisateur final	28
2.7	Conjoncture actuelle	29
2.7.1	Tempêtes de 1999 et 2005	29
2.7.2	Attaques de scolytes	31
2.7.3	Sciages	32

2.7.4	Papeteries	32
2.7.5	Panneaux	33
2.7.6	Bois composites	33
2.7.7	Bois-énergie	33
2.7.8	Pellets	33
2.7.9	Subsides octroyés en pays limitrophes	34
	Allemagne	34
	France	34
	Grand-duché de Luxembourg	35
3	Éléments de modélisation du secteur	37
3.1	La demande des particuliers en bois-énergie	38
3.1.1	Elasticité et équation de demande	38
3.1.2	Volume demandé	40
3.1.3	Calibrage	41
3.1.4	Synthèse sur la demande de bois de chauffage	43
3.2	L'électricité verte	45
3.2.1	Principes du certificat vert	45
3.2.2	Prix du bois-énergie à finalité électrique en RW	46
3.2.3	Demande de bois-énergie pour la production d'électricité	49
3.2.4	Synthèse sur le certificat vert	52
3.3	Les quotas de CO ₂	53
3.3.1	Le Protocole de Kyoto	53
3.3.2	Le rôle du bois	55
3.3.3	Deux exemples	56
3.3.4	Synthèse sur les quotas CO ₂	58
4	Conclusions générales	59
4.1	Contexte : acteurs et produits	59
4.2	Conclusions relatives aux ressources	60
4.3	Conclusions relatives à la modélisation	61
5	Références	65
6	Annexes	68
6.1	Unités, conversions et caractéristiques techniques du bois-énergie	68
6.2	Tableaux détaillés des volumes mobilisables en forêt	71
6.3	Détail des volumes de déchets de bois	77

Introduction

1.1 Objectif de l'étude

L'étude consiste en l'élaboration d'un tableau de bord de la ressource bois disponible en forêt et dans l'industrie pouvant être destinée à des fins énergétiques. Précisément, il convient de :

- Réaliser un état des lieux des ressources disponibles (quantité et qualité) sous forme de biomasse en forêt et sous forme de sous-produits dans les différents secteurs de transformation de la filière bois en Région wallonne (RW) ainsi que dans les régions frontalières ;
- Evaluer les besoins en bois et les qualités requises pour chaque partenaire de la filière bois en RW ainsi que dans les régions frontalières pour les cinq à dix prochaines années ;
- Etudier la sensibilité du marché aux pressions en provenance de l'utilisation énergétique du bois.

Le présent projet se place dans un cadre d'aide à la décision publique. Compte-tenu d'une ressource bois régionale sollicitée par un ensemble d'utilisateurs situés en Wallonie, il importe de calculer les différentiels causés par les trois principales pressions actuelles sur les disponibilités : certificats verts, quotas CO₂, prix du pétrole. L'accent est mis sur les activités wallonnes puisque l'objectif de la présente étude est l'aide à la décision publique wallonne.

Le rapport est structuré de la façon suivante.

Les deux sous-sections suivantes de cette introduction présentent brièvement les produits et les sources du bois-énergie. Ensuite, l'actualité du secteur est esquissée.

La section 2 présente l'analyse systémique du secteur. Elle est divisée en trois parties principales ; la première présente les disponibilités en RW et dans les régions limitrophes, la deuxième indique les principaux flux de matières entre les différents acteurs de la filière et la troisième indique une série d'éléments ponctuels de la conjoncture actuelle qui explique en partie les pressions en cours sur les prix.

La section 3 présente des éléments de modélisation du secteur. En premier lieu, la consommation de bois de chauffage par les particuliers est modélisée. Ensuite on s'intéresse aux effets du système du certificat vert sur les prix et les quantités du bois-énergie. Finalement on examine les effets des quotas d'émission CO₂.

1.2 Les produits du bois-énergie

Le bois-énergie, selon son utilisation et sa provenance, peut se présenter sous différentes formes. Les caractéristiques détaillées de ces produits, leur contenu énergétique ainsi que des tables de conversion, se trouvent à l'annexe 6.1.

- Les rondins.* Billons feuillus ou résineux destinés aux papeteries ou usines de panneaux, souvent en longueurs de 2.10 m avec un diamètre minimum de 7-10 cm fin bout. *Utilisation :* papeterie, panneaux.
- Les bûches.* Rondins ou quartiers de bois de 25, 33, 50 ou 100 cm de longueur. Elles proviennent généralement d'éclaircies feuillues ou de la découpe des houppiers. Elles proviennent plus rarement de résineux. L'unité de quantification des bûches est le stère. *Utilisation :* Poêle ou chaudière à bois des particuliers.
- Les briquettes ou bûches reconstituées.* Il s'agit de copeaux ou sciures pressés et agglomérés formant un bloc ou un cylindre de 1 à 2 kg mesurant 20 à 50 cm de longueur et 3 à 12 cm de diamètre. Elles proviennent de centres de fabrication et l'unité de mesure est la tonne. *Utilisation :* Poêle ou chaudière à bois des particuliers.
- Les granulés ou pellets.* Sciures compressées se présentant sous la forme de cylindres de 1 à 5 cm de longueur et 5 à 10 mm de diamètre. Ils proviennent de centres de fabrication et l'unité de mesure généralement employée est la tonne ou le mètre cube apparent (MAP). *Utilisation :* Poêle ou chaudière à bois des particuliers ou industriels.
- La sciure humide ou fraîche.* Il s'agit de la sciure issue de l'industrie de première transformation du bois. Le taux d'humidité varie entre 40 et 60% et la granulométrie se situe généralement entre 0.5 et 2 mm. Son unité de quantification est généralement la tonne. *Utilisation :* fabrication de pellets ou bûches reconstituées, chaudières industrielles, cimenteries, usines de panneaux.
- Sciure sèche et copeaux.* Il s'agit des produits connexes issus de l'industrie de deuxième transformation du bois. Le taux d'humidité se situe entre 10 et 15% et la granulométrie varie entre 0.5 et 10 mm. L'unité de mesure est également la tonne. *Utilisation :* fabrication de pellets ou bûches reconstituées, chaudières industrielles, cimenteries, usines de panneaux.
- Les écorces.* Elles proviennent toujours de l'industrie du bois, généralement des scieries et stations de découpe. L'unité de mesure est le MAP ou la tonne. *Utilisation :* chaudières industrielles, couverture de sol pour les entrepreneurs paysagistes.
- Les plaquettes blanches ou d'industrie.* Il s'agit des produits résultant du déchetage des chutes de l'industrie du bois. Elles sont normalement dépourvues d'écorces, de feuilles, d'aiguilles ou de brindilles. Leur granulométrie varie entre 2 et 80 mm et leur unité de mesure est soit la tonne, soit le MAP. *Utilisation :* chaudières industrielles ou des particuliers, usines de panneaux, papeteries.
- Les plaquettes forestières vertes.* Elles proviennent du déchetage des résidus d'exploitation et d'entretien des forêts et espaces verts et comprennent les feuilles, aiguilles et brindilles. Leur granulométrie se situe entre 2 et 80 mm et leur unité de mesure est la tonne ou le MAP. *Utilisation :* chaudières industrielles ou des particuliers.
- Les plaquettes forestières grises.* Elles proviennent soit du déchetage des résidus d'exploitation et d'entretien des forêts à l'exclusion des feuilles, aiguilles et brindilles, soit du déchetage en industrie de bois non écorcé. Leur granulométrie varie entre 2 et 80 mm et leur unité de mesure est la tonne ou le MAP. *Utilisation :* chaudières industrielles ou des particuliers, usines de panneaux.

Broyats de Déchet Industriel Banal (DIB). Il s'agit de broyat de produits bois en fin de vie, traités ou non. Ils sont généralement issus de centres de collecte comme les recyparcs ou d'entreprises spécialisées dans le traitement de ce type de déchet. Leur granulométrie peut être très hétérogène (à la demande du client) et leur unité de mesure est généralement la tonne.

1.3 Les sources du bois-énergie

La forêt. La production d'un bois de qualité entraîne la production de coproduits de bois comme les résidus d'exploitation forestière, les houppiers, le taillis.... Ceux-ci sont susceptibles d'être valorisés comme combustible.

L'industrie de transformation du bois. De manière générale, l'industrie wallonne de première et deuxième transformation du bois génère plus de 450 000 tonnes de matière sèche (tms) de bois sous forme de produits connexes (sciures, plaquettes, écorces,...) (ERBE, 2000). Une bonne partie de ces produits est déjà utilisée dans le secteur de la fabrication de panneaux ou de combustible et une autre est valorisée en énergie par certaines de ces entreprises. Malgré les réutilisations existantes, environ 100 000 tms auraient encore été disponibles chaque année pour produire de l'énergie jusqu'il y a peu (Valbiom, 2004). Néanmoins, les hausses de prix actuelles ainsi que les diverses pressions sur les marchés du bois conduisent à penser que ces disponibilités sont à présent inexistantes (ou hors de prix).

Les parcs à conteneurs. Le nombre de parcs à conteneurs incluant des conteneurs spécifiques pour les bois est en constante augmentation. Ces parcs rassemblent les bois en fin de vie issus des ménages wallons. Ainsi, en 2005, ce sont plus de 13 000 tonnes de bois qui ont été recyclés (Office Wallon des déchets, 2006). Ces déchets sont alors rassemblés par des entreprises spécialisées qui les trient, les broient et revendent les broyats comme combustible ou pour la fabrication de panneaux.

La construction. Tous les résidus de bois des divers corps de métier intervenant dans le secteur de la construction sont utilisables (palettes, bois de coffrage, emballage de bois...). Ces résidus sont également collectés par des entreprises spécialisées.

Le domaine agricole. Le bois provient principalement des haies qui pourraient fournir près de 3 tms par kilomètre de haie par an (Valbiom, 2001) et de la culture des taillis à courte rotation. Ceux-ci sont encore à l'étude mais des chiffres sont déjà avancés. Les taillis à très courtes rotations (3 ans) produiraient 8 à 12 tms/ha/an (Woodsustain, 2001).

Parcs, jardins, entretien des bords de route. Ce type de provenance est très difficile à quantifier car il ne fait l'objet d'aucune collecte organisée. Beaucoup d'entrepreneurs horticoles compostent leurs déchets chez eux, d'autres les livrent dans un centre de compostage. L'entretien des bords de routes représenterait 30 000 tms par an (Woodsustain, 2001).

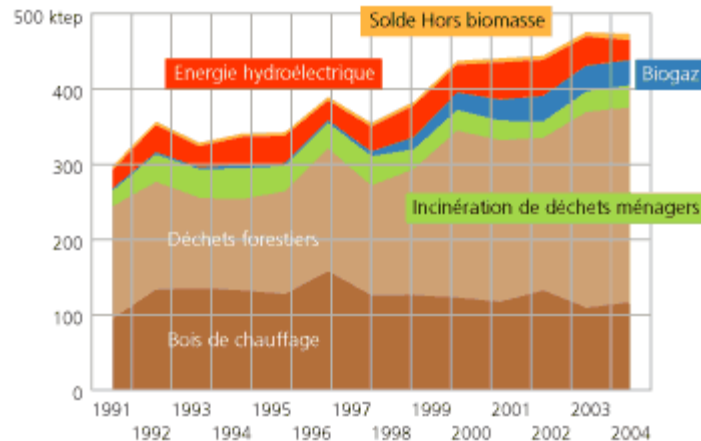
1.4 Actualité du secteur bois-énergie

En Wallonie, la forêt représente 32% du territoire, soit 544 800 ha, répartis à parts égales entre feuillus et résineux (Ministère de la Région Wallonne, 1999). Il n'est dès lors pas

étonnant que le bois soit, en Région wallonne, la première source d'énergie renouvelable utilisée (Figure 1).

Le bois de chauffage additionné des déchets forestiers représente près de 70% de la production totale wallonne d'énergie renouvelable (ICEDD, 2004). En 2004, le bois a été utilisé pour le chauffage résidentiel à concurrence de 93 kilo-tonne équivalent pétrole (ktep) et dans certains secteurs industriels comme les papeteries pour un total de 257 ktep, soit une progression globale de 16% par rapport à 2003.

Figure 1 Évolution de la production d'énergie renouvelable en Wallonie



Source : Extrait de ICEDD 2004, pour la DGTRE

En outre, le bois-énergie peut constituer une voie de diversification, aussi bien pour les propriétaires forestiers que pour les agriculteurs ou les exploitants forestiers. Tous les éléments sont en place pour que cette nouvelle filière démarre véritablement en Wallonie : la volonté politique existe, les techniques sont opérationnelles et les principaux obstacles logistiques sont résolus. Mais comme tout marché émergent, il lui faut encore un peu de temps pour atteindre son développement complet.

C'est ce développement qui inquiète aujourd'hui certains acteurs de la filière bois, parmi lesquels les papetiers et les producteurs de panneaux.

En effet l'évolution du marché aura, et a déjà, pour conséquence d'entraîner une hausse des prix du bois-énergie selon la loi de l'offre et de la demande. Ces acteurs craignent donc de voir le prix de leur matière première augmenter avec pour conséquence une baisse de la rentabilité.

Un deuxième aspect inquiétant pour ces entreprises est que la volonté politique d'accroître l'utilisation des énergies renouvelables est telle que des avantages, sous forme de certificats verts ou de subsides peuvent être accordés aux personnes ou entreprises utilisant le bois-énergie. Ceci peut être perçu par les acteurs concernés comme une forme de concurrence déloyale.

La demande, et donc le prix du bois feuillu sur pied destiné au chauffage, est en forte augmentation. En parallèle les résineux suivent également un mouvement de prix ascendant, pour des raisons industrielles ; une partie de ces bois intègre le circuit bois-énergie via les plaquettes, les déchets, les sciures.

Ces hausses sont très fortes depuis quelques mois. Elles ont des conséquences diverses pour les utilisateurs. L'apparition du volet bois-énergie dans la filière a une incidence favorable pour le producteur et le mobilisateur.

Pour le particulier s'approvisionnant pour son usage personnel en bûches, le niveau du prix d'achat garde de l'intérêt selon l'évolution du fuel de chauffage.

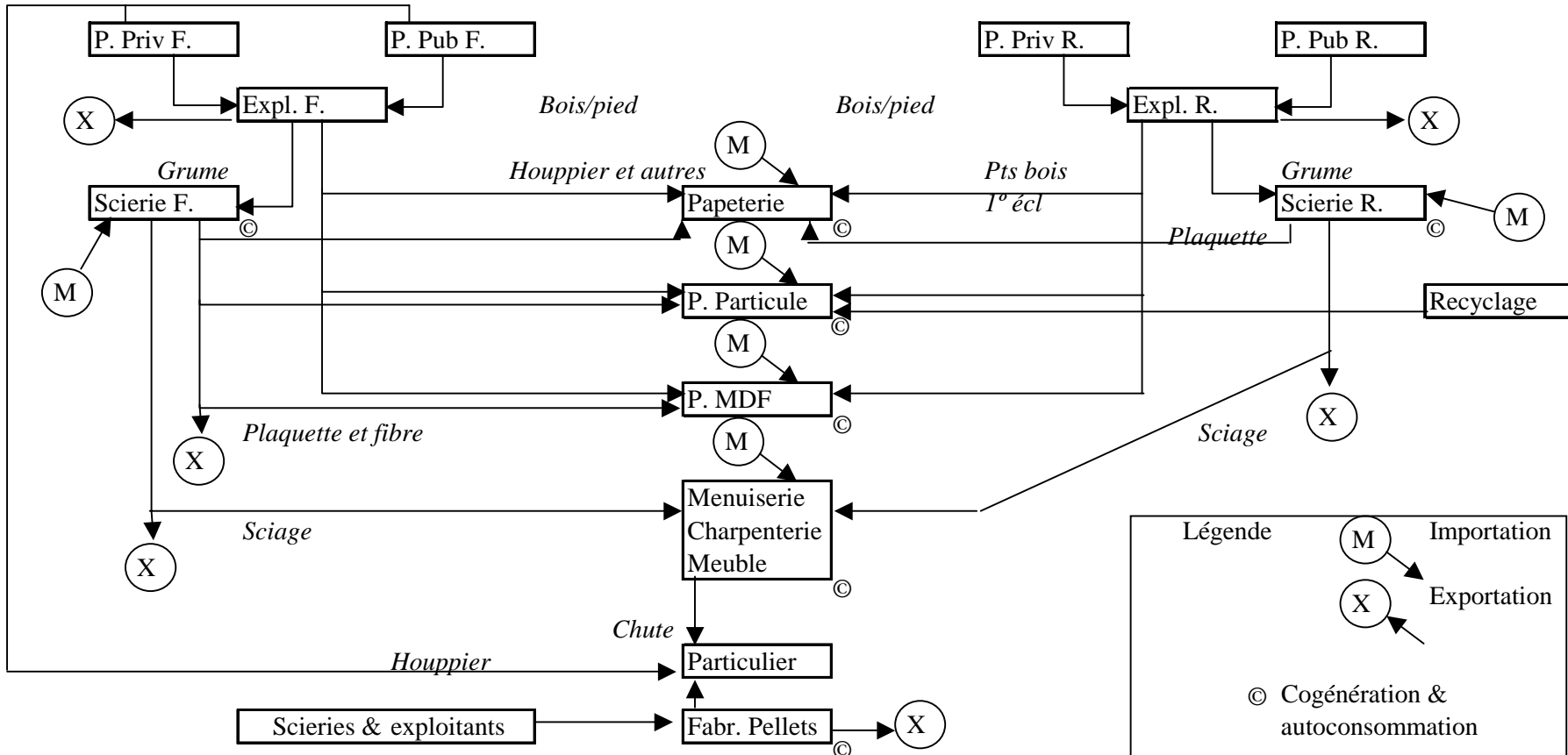
Pour les industries utilisatrices des produits susceptibles de valorisation en bois-énergie le problème est de deux ordres : d'une part l'*augmentation des prix d'achat* de la matière première ; d'autre part une *pénurie* due à la demande forte des particuliers pour le bois bûche et à l'utilisation directe en bois-énergie des produits connexes de scierie, par les industriels ou par des nouveaux acteurs. Dans ce contexte, les aides publiques aux activités de production d'énergie peuvent être perçues comme induisant des distorsions de concurrence.

2 Analyse systémique de la filière bois-énergie en Wallonie

Dans cette section, l'objectif est de quantifier au mieux les stocks, flux et prix associés à la filière bois-énergie en Wallonie. La première sous-section présente un diagramme de flux qui sert à structurer la représentation du secteur. Ensuite les ressources, forestières puis agricoles, et les 'déchets' (en forêt et hors forêt) sont présentés en détails. Les flux de matières entre acteurs sont alors quantifiés. Les prix sont estimés à la section suivante. La section se conclut avec des éléments de la conjoncture actuelle pouvant expliquer qualitativement les pressions actuelles dans le secteur, y compris les subsides dans les pays limitrophes.

2.1 Diagramme de flux du secteur en Wallonie

Figure 2 Diagramme de flux



2.2 Ressources forestières en bois-énergie en Wallonie et régions limitrophes

Dans cette section sont examinées les ressources forestières et agricoles potentielles en bois-énergie en RW et dans les régions limitrophes. Il ne s'agit que d'une potentialité, c'est-à-dire un maximum physique qui pourrait être obtenu comme bois-énergie dans un contexte soutenable. La section 3 examinera les quantités effectivement disponibles sur le marché.

2.2.1 Wallonie

Les ressources forestières mobilisables comme « bois-énergie » ont été estimées sur base des données accessibles auprès de la « Cellule Inventaire des Ressources forestières de Wallonie » de la Division de la Nature et des Forêts de la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région wallonne. Elles relèvent d'un inventaire permanent par échantillonnage systématique, s'appuyant sur un réseau régulier de près de 11 000 points permanents, distants de 1 000 m dans l'axe Ouest-Est et 500 m dans l'axe Nord-Sud, initié en février 1994. Cette approche engendre des erreurs d'échantillonnage qui, pour les informations retenues dans le contexte de cette étude, ne dépassent pas $\pm 5\%$ des estimations.

Le capital ligneux total sur pied en Région wallonne est estimé, en 2006, à 121 millions de m³ bois fort (découpe de 22 cm de circonférence au fin bout pour les fûts des feuillus et résineux et les branches des houppiers des feuillus), dont 60 millions d'espèces feuillues et 61 millions de résineuses.

Dans le contexte de cette étude, l'objectif est d'évaluer la productivité de ce massif complexe en catégories de produits valorisés par les différents consommateurs de la filière bois et d'en dégager les composantes utilisables comme combustible. La base de données de l'inventaire permanent forestier permet d'accéder à des estimations de bien des paramètres descriptifs des peuplements régionaux : surfaces par espèces, catégories d'âges, caractéristiques stationnelles, etc.

L'étude distingue:

- résineux et feuillus (en distinguant dans cette dernière catégorie, les bois durs, les bois tendres et les taillis),
- peuplements soumis et privés,
- catégories de grosseur et de qualité (feuillus),
- deux classes de pente du terrain, en considérant que les peuplements installés sur des pentes > 30% ne sont pas exploitables actuellement,
- deux classes de distance de débardage : < 300m et <500 m,
- deux classes de sols, les sols tourbeux et à gley superficiel étant inexploitable,
- deux classes de superficies de peuplements, en excluant les unités inférieures à 10 ares,
- l'appartenance provinciale.

Les requêtes adressées à la base de données, selon ces critères, nous ont donné les estimations actuelles des volumes sur pied répartis selon les diverses catégories d'intérêt.

De ces volumes et en considérant des scénarios sylvicoles correspondant aux pratiques actuelles tant en forêts soumises qu'en propriétés privées, on peut dériver des estimations des quantités de bois mobilisables annuellement d'une consistance suffisante pour les besoins de cette étude. Celles qui concernent les pentes <30%, les sols non tourbeux ni hydromorphes, les distances de débardage < 300 m et les unités superficielles > 10 ares, sont reprises au Tableau 1. Les scénarios sylvicoles qui ont permis de les établir et des données plus détaillées sont présentés à l'annexe 6.2. Leur validité est limitée aux dix prochaines années.

Tableau 1 Estimation des volumes bois fort sur pied mobilisables annuellement (milliers de m³ sur écorce)

	Propriété	Résineux	Feuillus
Eclaircies	Soumis	853.1	562.5
	Non soumis	907.9	441.9
	Ensemble	1 761.0	1 004.4
Coupes à blanc	Ensemble	1 050.0	
Total		2 811.0	1 004.4

Disponibilité de bois résineux

Chacune des restrictions imposées quant à l'exploitabilité des peuplements sur pied limite le volume mobilisable. Le paramètre le moins impératif, parce que relevant essentiellement de seuils technico-économiques de rentabilité, est certainement la distance de débardage. Toutes autres conditions restant égales, pour une **distance de débardage maximale portée à 500 m** (au lieu de 300), on obtient un **volume total résineux mobilisable de 3 267 900 m³ sur écorce**. Ce changement de contrainte ouvre à la mobilisabilité de quelque 16% du volume estimé en première hypothèse.

Pour tester les hypothèses adoptées, on peut comparer l'estimation proposée à la mobilisation réelle du bois en forêt soumise pour laquelle les statistiques annuelles sont rigoureuses et disponibles.

En 2005, L'administration a mis en vente 1 247 773 m³ de résineux dont près de 95% ont trouvé acquéreur. Si on ajoute les quelque 60% (pourcentage de volume coupe rase /éclaircie) de volume de coupe rases à exploiter en plus des éclaircies mobilisables, on obtient 853 100 m³ + 511 860 m³ = 1 364 960 m³ de résineux mobilisables. L'estimation retenue apparaît réaliste en tant que potentialité.

Depuis 2001-2002, l'administration a diminué le terme d'exploitabilité des résineux. Pour un temps, cela permet de mobiliser des volumes annuels supérieurs à l'accroissement moyen annuel des peuplements, sans risque de non respect des principes de mise en valeur durable. Même si cette mesure technique a un effet positif sur l'accroissement moyen annuel futur des pessières, il convient de garder à l'esprit que la mobilisation des volumes relevant de la capitalisation sur pied des décennies précédentes ne peut, par nature, être que limitée dans le temps. Sur base de la superficie occupée par les résineux (227 500 ha, toutes espèces confondues) et d'une productivité moyenne de l'ordre de 12 m³/ha-an, la mobilisation annuelle de bois de cette catégorie devrait s'établir à moyen et long terme à quelque 2 730 000 m³.

Disponibilité de bois feuillus

En feuillus, les volumes repris au tableau 1 intègrent toutes les dimensions supérieures à une circonférence de 22 cm (volume bois fort), notamment les composantes du houppier.

Le classement en zone Natura 2000 n'est pas considéré comme pénalisant pour l'exploitation du bois.

Le volume total de feuillus mobilisable est évalué à 1 004 440 m³ bois fort sur écorce, en respectant les mêmes contraintes que pour les résineux. Comme pour les résineux, la mobilisabilité du bois est très sensible à la distance de débardage choisie puisque ce volume passe à 1 320 900 m³ bois fort sur écorce lorsque la distance de débardage maximale est portée à 500 m.

En 2005, l'administration a mis en vente 557 909 m³ de feuillus dont près de 95% ont trouvé acquéreur. L'administration a donc pratiquement exploité la totalité de la ressource mobilisable estimée.

2.2.2 Région flamande et bruxelloise

La surface forestière en région flamande est de 146 381 ha et de 1 735 ha en région bruxelloise. La proportion de feuillus est de 50% pour 36% de résineux, 12% de peuplements mélangés et 2% de forêt non productive.

En se basant sur un volume moyen de 230 m³ / ha pour les résineux (moyenne de la Wallonie pour les pineraies-1999-site web IPFRW), on obtient un volume bois fort total sur pied sur écorce de 14 308 070 m³ sur 62 209 ha. Les peuplements résineux sont essentiellement constitués de pins de Corse et pins sylvestres dont la densité est généralement élevée (intensité d'éclaircie faible).

Pour les feuillus, le volume moyen par ha en Région wallonne est de 204 m³ selon la même source. La prise en compte de ce même capital sur pied pour la Flandre et la région bruxelloise donne un volume bois fort total sur pied sur écorce de 16 920 780 m³ pour une superficie de 82 945 ha.

Sur base de cette estimation, le volume de bois mobilisable annuellement est estimé à 3% du capital sur pied par an pour **les résineux**, soit environ **430 000 m³** bois fort, comme pour **les feuillus** soit **508 000 m³**. Ce taux de prélèvement est considéré comme conservatoire, compatible avec la préservation des massifs forestiers dans leur état actuel.

La Flandre impose des plans de gestion en faveur de la conservation de la nature qui entravent très fortement l'exploitation des bois. De plus, les boisements y sont souvent situés à proximité d'agglomérations et jouent un rôle d'agrément plus qu'un rôle productif. Il n'est pas possible d'évaluer avec précision le volume réellement mobilisé.

2.2.3 France

Les ressources forestières françaises sont évaluées sur base de la nouvelle méthode 2005. Elles résultent des observations et des mesures réalisées entre novembre 2004 et octobre 2005 par l'IFN (Inventaire Forestier National français) sur environ 10 000 placettes dont environ 7900 situées dans les forêts à vocation de production de bois. Cet inventaire tient donc compte des tempêtes de 1999. La méthodologie peut être consultée sur www.ifn.fr.

Le volume bois fort tige total sur pied, toutes essences confondues, est évalué à 303 150 900 m³ pour les trois régions françaises limitrophes de la Région wallonne (Lorraine, Champagne-Ardenne, Nord-Pas de Calais). Le volume total sur pied des épicéas y compte pour 33 261 900 m³. Des tableaux plus détaillés des volumes sur pied sont présentés en annexe 6.2. L'accroissement annuel total (Tableau 2) sur pied toutes essences confondues est évalué à 11 232 600 m³ pour les trois mêmes régions. La récolte moyenne de bois entre 1995 et 1999 est présentée dans le Tableau 3. On exploite 60.2% de l'accroissement en Lorraine, 43.2% en Champagne-Ardenne et 75.4% en Nord Pas de Calais.

Tableau 2 Accroissement de volumes bois fort tige totaux feuillus et résineux annuel par région (milliers de m³)

Régime	Lorraine	Champagne Ardenne	Nord Pas de Calais
Domanial	1 663.45	617.80	180.35
Communal	2 322.15	1026.55	20.75
Privé	2 321.35	2 750.80	329.40
Total:	6 306.95	4 395.15	530.50

Source IFN

Tableau 3 Volume bois fort tige sur écorce moyen exploité annuellement (milliers de m³)

Région	Volume
Lorraine	3 800
Champagne Ardenne	1 900
Nord Pas de Calais	400
Total	6 100

Source : Agreste.

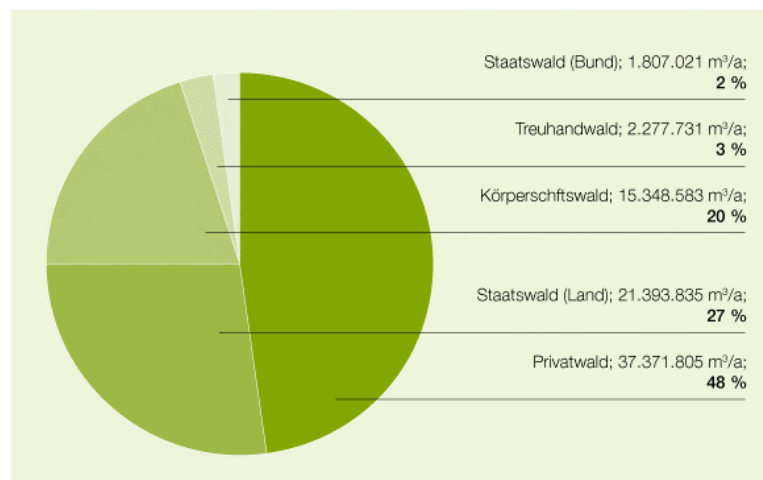
2.2.4 Allemagne

L'inventaire se base sur un modèle de simulation qui fournit une base pour la planification en gestion forestière et permet de se faire une idée des quantités de bois mobilisables pour la période des 40 années à venir. Il se base sur les données fournies par l'inventaire forestier allemand, sur des modèles d'accroissement, de traitements sylvicoles et de classification des bois récoltés.

Annuellement, la quantité moyenne de bois mobilisable pour toute l'Allemagne pour la période comprise entre 2003 et 2042 s'élève à 78 millions de m³ (volume « récolte » : sous écorce et à partir d'un diamètre de 7 cm). Les récoltes en bois pourraient être augmentées tout en respectant les principes de durabilité. Le volume effectivement mobilisé dépend d'évolutions non prévisibles du marché. Ce sont surtout les grandes réserves en bois dans les petites propriétés privées (Kleinprivatwald) qui ne sont souvent mobilisées que partiellement.

La surface boisée se répartit suivant les différents types de propriétaires en Staatswald (forêt domaniale fédérale) ; Treuhandwald (forêt anciennement expropriée en Allemagne de l'Est et en cours de privatisation) ; Körperschaftswald (forêts communales et autres établissements publics) ; Staatswald (forêt domaniale régionale) et Privatwald (forêt privée).

Figure 3 Répartition des modes de propriétés de la forêt allemande.



Source : www.bundeswaldinventur.de

Les surfaces forestières d'Allemagne s'élèvent à 11.1 millions d'ha. Le modèle de simulation ne se base que sur 10.4 millions d'ha. Sont exclues de la simulation :

- les surfaces boisées non accessibles pour des raisons de topographie (montagnes, cours d'eau...) ;
- les surfaces sans information disponible ;
- les surfaces en cours d'inventaire (1.7%) ;
- les surfaces non boisées (chemins, quais de chargement, gagnages : 2.9%) et des surfaces boisées non productives.

Les surfaces non boisées temporairement (suite à des récoltes ou calamités : 0.6%) sont supposées rester constantes durant la période de simulation.

Pour 380 000 ha de la surface boisée, l'exploitation est limitée pour des raisons diverses. Pour ces surfaces seule la moitié de la quantité de bois mobilisable a été retenue comme potentiel.

La répartition du potentiel sur les différents « Länder » suit essentiellement la répartition de la surface forestière en Allemagne (Bayern, Baden-Württemberg et Basse Saxe possèdent la plus grande surface forestière). Des exceptions s'expliquent par la structure des forêts :

- Rheinland-Pfalz : le potentiel élevé (surface restreinte) s'explique par la proportion relativement grande de vieux bois ;
- Brandenburg : le faible potentiel (surface élevée) s'explique par la grande proportion de jeunes bois formée majoritairement par des pins.

Tableau 4 Potentiel en volume « récolte » annuel en milliers de m³ pour les Länders frontaliers de la Belgique selon les périodes couvertes

	2003- 2007	2008- 2012	2013- 2017	2018- 2022	2023- 2027	2028- 2032	2033- 2037	2038- 2042
Nordrhein- Westfalen	5 625	7 023	6 200	6 980	6 217	7 032	6 929	6 883
Rheinland-Pfalz	5 336	5 355	5 462	5 517	5 456	5 701	5 557	5 866

Le volume annuel mobilisable total pour les deux lands frontaliers de la Belgique est évalué à 10 961 000 m³ sous écorce. En prenant un taux d'écorce moyen de 8%, on obtient un volume mobilisable de 11 838 000 m³ de bois feuillus et résineux sur écorce.

2.2.5 Grand-duché de Luxembourg

La surface boisée du Grand-duché de Luxembourg (forêts, bosquets et autres terres boisées) s'élève à 89 150 hectares, ce qui représente 34.3% du territoire national. La forêt privée représente 55.2% de la surface boisée tandis que les 44.8% restants appartiennent à des propriétaires publics dont l'Etat et les communes (source : ministère de l'environnement luxembourgeois). La forêt luxembourgeoise représente plus de 23 millions de m³ de bois sur pied (la répartition exacte est reproduite à l'annexe 6.2).

En forêts privées, on ne trouve pas de structure de gestion bien déterminée (taille moyenne des propriétés entre 2 et 5 ha). Les forêts publiques sont gérées selon une approche de gestion durable similaire à celle de la DNF. L'administration forestière exploite annuellement

- 60 000 m³ en bois « fibre » (actuellement uniquement utilisés en papeterie, les recettes couvrent seulement les coûts d'exploitation ; l'administration est intéressée à trouver des alternatives de valorisation de ces bois) ;
- 140 000 m³ en bois « grume » ;
- 15 000 m³ en bois de chauffage ;
- 30 000 m³ en bois « industrie ».

L'administration se réserve le droit de garantir des contrats d'approvisionnement à des acteurs locaux. Elle peut dès lors diminuer leur volume de bois exporté vers la Belgique ou la France.

En se basant sur 80% de la surface forestière exploitable et un accroissement moyen similaire à celui établi par l'IFN pour la région de « champagne-ardenne », soit 3.92% du volume marchand global sur pied, on estime à quelque 731 000 m³ le volume bois fort mobilisable annuellement au Grand-duché de Luxembourg.

2.2.6 Synthèse des ressources forestières

En se basant sur les volumes de bois sur pied et sur des hypothèses de mobilisation annuelle fondées sur des scénarios sylvicoles, des estimations des accroissements moyens des différents types de peuplements et des restrictions à l'exploitation à prendre en compte dans les différentes situations considérées, on retient les volumes de bois mobilisable annuellement en forêt régionale wallonne et dans les territoires limitrophes repris au tableau 5.

Tableau 5 Volume mobilisable en Wallonie et régions limitrophes (en milliers de m³)

	Résineux	Feuillus	Feuillus et résineux	Total
Wallonie	2 811	1 004		3 815
Flandre et Bruxelles	430	508		938
France			11 232	11 232
Allemagne			11 838	11 838
Grand-duché de Luxembourg			731	731
Total	3 241	1 512	23 801	28 554

Ce volume est potentiellement mobilisable annuellement pendant les 10 prochaines années, sans altération des potentialités de production à long terme. Il tient compte d'une sylviculture dynamique prélevant l'accroissement dans les peuplements exploitables. L'ensemble de ces bois sont en partie consommables par les acteurs wallons et frontaliers. Cependant, une partie est exportée vers d'autres pays ou d'autres régions.

2.3 Ressources agricoles

Les ressources potentielles en bois-énergie d'origine agricole relèvent des haies et des taillis à très courte rotation (TtCR)

2.3.1 Les haies

Les produits issus de la haie sont (ERBE, 2003) : le bois de chauffage en rondins (si la haie est exploitée tous les 10 à 15 ans), le bois d'émondage qui peut être broyé en copeaux (pour chauffage au bois ou pour mulching), le bois de travail pour la ferme (piquets de clôtures, perches...), et le bois d'industrie (panneaux de particules, pâte à papier...).

D'après les estimations du Groupement Interuniversitaire de Recherche en Ecologie Appliquée (GIREA-UCL), la longueur totale de haies en Wallonie, y compris les haies d'autoroutes et les grosses haies des propriétés résidentielles, s'élèverait à environ 21 000 km. La révision cartographique de tout le territoire wallon n'étant pas finalisée, il pourrait toutefois manquer quelques km de haies, principalement dans des territoires forestiers — donc pauvres en haies. La longueur de haies exploitables en RW pourrait s'élever à 15 000 km (Walot et Rouxhet, 2000).

Plusieurs études réalisées dans l'Ouest de la France indiquent que la productivité varierait de 2 à 9 tms par km de haie et par an (Aile, 2001 ; Lemaire, 2005). En considérant une productivité moyenne de 4 tms/km/an en Région wallonne, la production potentielle serait donc de 60 000 tms/an, plus 30 000 tms environ, issues des haies entretenues par le MET le long des routes (Woodsustain, 2001).

L'apport en bois-énergie des haies entretenues par le MET restera probablement nul dans les cinq à dix prochaines années, le coût de mobilisation étant inconnu. La contribution effective des haies agricoles au marché du bois-énergie implique plusieurs conditions. Tout d'abord, il faudrait que les agriculteurs organisent la collecte du bois, soit en sous-traitant soit en s'équipant ; actuellement, l'entretien des haies est souvent fait au lamier en laissant les résidus sur place. Ensuite, si le bois est effectivement collecté, il est probable qu'au moins une partie sera utilisée au niveau même de l'exploitation ; en général, l'ensemble des haies d'une exploitation ne suffit pas à couvrir ses besoins énergétiques (AILE, 2001).

Ci-dessous, nous examinons le degré de compétitivité du bois-énergie issu des haies agricoles en nous basant sur une étude (Lemaire, 2005) conduite dans le département des Côtes d'Armor (France). La production de plaquettes agricoles se divise en 4 étapes.

1. Le bûcheronnage et le débardage. Le bûcheronnage doit se faire à la tronçonneuse pour des raisons de facilité de débardage. Si la haie est un taillis comprenant 2 ou 3 essences, ces coûts sont de l'ordre de 5 €/map humide ; s'il s'agit d'un taillis-sous-futaie riche en essences, ces coûts doublent.
2. Le déchiquetage. Les rendements moyens de déchiquetage pour une déchiqueteuse avec grappin sont compris entre 25 et 30 map/h. Le coût du déchiquetage est de l'ordre de 6.5 à 12 €/map humide, selon le matériel et en tenant compte de l'amortissement du matériel ainsi que de la main d'œuvre.
3. Le transport. Si le transport se fait par l'agriculteur lui-même (tracteur + remorque) et que le lieu de stockage est situé dans son exploitation (rayon < 2.5km), les coûts moyens sont de 2.6 à 3 €/map humide. Ces coûts prennent en compte le temps de mobilisation de la remorque et du tracteur ainsi que de l'agriculteur. Ils se basent sur un coût horaire pour l'ensemble de 33.31 €/h. Pour des distances plus longues, on compte pour 10 km un coût de 3.4 €/map humide et pour 30 km 6.5 €/map humide.
4. Le stockage. Le stockage peut s'effectuer soit chez l'agriculteur, sous un hangar existant déjà amorti sous lequel on doit couler une dalle de béton, soit sous un hangar spécialement conçu pour ce type d'utilisation. Les coûts pour un temps de séchage des plaquettes de 1 an sont de l'ordre de 5.58 €/map humide dans le premier cas et de 6.27 dans le second.

En définitive, le coût total minimal s'élève approximativement à $[5 + 9 + 2.75 + 6 =] 22.75$ €/map humide. On compte 0.86 map sèche/map humide et 0.25 tms/map sèche, soit un coût de revient d'environ 106 €/tms de plaquettes bocagères (vertes) ; cette estimation est notoirement supérieure à la moyenne correspondant aux plaquettes d'origine forestière (40 à 45 €/tms – voir Tableau 12).

Ceci ne veut pas dire que le produit de l'entretien des haies ne soit pas valorisable sur l'exploitation elle-même pour plusieurs raisons. Le déchiquetage n'est utile que pour faire des plaquettes, les usages alternatifs sur l'exploitation étant nombreux. Si l'exploitant agricole récolte du bois bûche, en abandonnant éventuellement le petit bois sur place, les exigences de stockage sont moindres. Si l'exploitant taille ses haies principalement pour récolter des bûches, le rendement est toutefois moindre que pour les plaquettes — vraisemblablement deux fois inférieur. Dans ces conditions, le coût de revient serait de l'ordre de 72€/tms en bûche, plus intéressant que le prix du marché (voir Tableau 12).

Finalement, l'entretien des haies constitue une mesure agri-environnementale de la Politique Agricole Commune (PAC), et fait à ce titre l'objet d'une prime. Comme cette prime ne requiert pas de longueur particulière pour les haies (Walot et Rouxhet, 2000), il est peu probable qu'elle contribue à augmenter l'apport de plaquettes bocagères sur le marché.

2.3.2 Les taillis à très courte rotation (TtCR)

Le TtCR est la culture d'une espèce ligneuse à très forte densité de tige, récoltée tous les 3 ans et rejetant de souche, permettant ainsi jusqu'à 7 rotations. On utilise fréquemment le saule ou le peuplier, mais le bambou peut également convenir. La finalité principale du bois de TtCR est l'énergie, mais la culture peut aussi avoir un rôle épurateur pour des boues de stations d'épuration ou des friches industrielles.

Les surfaces actuelles sont très restreintes et correspondent à des besoins énergétiques ponctuels. Le rapport Woodsustain (2001) présente un traitement détaillé des aspects techniques et des potentialités du TtCR en Wallonie. Woodsustain estime la productivité à 10.8 tms/ha/an. Il est néanmoins peu probable que l'exploitation agricole des TtCR se développe pour les raisons suivantes :

- Les agriculteurs ont l'obligation de maintenir leurs terres en état, ce qui n'est guère compatible avec les TtCR.
- Les jachères s'inscrivent dans une rotation et ne sont donc en principe pas disponibles pour du TtCR.
- La Réforme à Mi-Parcours de la PAC (appliquée en RW à partir de 2005) remplace la plupart des subsides agricoles liés à des cultures spécifiques en un seul subside à l'exploitation. Néanmoins, pour percevoir l'entièreté de ce subside, l'exploitation ne peut compter plus d'une certaine proportion de sa surface dans les cultures non subsidiées par l'ancienne PAC, dont les TtCR. Concrètement, cela voudrait dire que les TtCR sont en concurrence avec des cultures comme la pomme de terre au niveau de la rentabilité.
- Le TtCR requiert un matériel et un savoir-faire spécifiques.
- Le TtCR n'appartenant à aucune rotation, l'exploitant agricole ne sera intéressé que si le TtCR permet une marge au moins égale à la moyenne sur l'exploitation – soit une marge brute de 850€/ha hors subside. La productivité annuelle du TtCR étant de 10.8 tms/ha/an et le coût de l'ordre de 750€/ha/an (Woodsustain, 2001), il faudrait que la tms de TtCR se vende au moins à 148€, soit plus de trois fois le prix actuel des plaquettes d'origine forestières (Tableau 12).

Il est par contre possible que les TtCR se développent en combinaison avec des usages environnementaux (dépollution des sols, lagunage) pour environ 30 000 tms/an (source : entretien CWaPE) mais dans un horizon temporel incertain.

2.3.3 Synthèse des ressources agricoles

Il est peu probable que le secteur agricole puisse produire du bois-énergie à des prix compétitifs dans les prochaines années. Dans le cas des haies, le prix de revient des plaquettes est beaucoup trop élevé. Il est probable que les exploitants agricoles collecteront leurs haies afin d'en faire des bûches pour leur usage propre. Dans le cas des TtCR, le prix de vente des plaquettes n'en fait pas une culture intéressante comparativement aux usages alternatifs de la surface agricole.

2.4 Autres ressources : rémanents et sous-produits

2.4.1 Les rémanents de coupes rases

Les rémanents forestiers, définis par les résidus laissés sur place après l'exécution d'une coupe ou d'une opération d'amélioration, ne sont à prendre en considération que pour les coupes de régénération. Les souches sont exclues des volumes considérés. Les quantités récoltables à l'ha en résineux sont limitées actuellement par deux aspects :

- **La volonté du propriétaire de libérer ces rémanents.** Actuellement ils sont soit déchiquetés sur place pour y rester, soit andainés. Les coûts de ces interventions préalables à la replantation sont respectivement de 750 et 450 €/ha hors TVA pour le propriétaire. Des entreprises pourraient proposer leur enlèvement moyennant un coût évidemment inférieur au coût de préparation du terrain mais pas au point d'effectuer le travail gratuitement pour le propriétaire.
- **Le coût de récolte,** non encore établi sur le marché, lié à la fois à la quantité de matière par unité de surface, la portance et l'accès du terrain, la distance de débardage.

Outre ces deux aspects, il faut tenir compte de conditions et conséquences :

- L'enlèvement entraîne une perte de matière organique et minérale importante surtout lorsque l'enlèvement se fait rapidement après la coupe alors que les aiguilles ou feuilles et brindilles sont présentes. Les forêts soumises, jusqu'à ce jour, ne sont pas prêtes à accepter cette exportation de matière.
- Les évolutions supplémentaires d'un engin lourd sur sol dépourvu de branches sont un risque de dégradation du sol bien que le choix du moment du traitement puisse l'atténuer.
- Les matières récoltées présentent une charge de déchets non négligeable : boues, pierres dommageables pour les coupeurs.
- Les résidus d'incinération sont fortement chargés en cendres dont l'évacuation peut être un problème et dont l'épandage en forêt est à étudier (problème légaux, teneur des cendres).

On peut estimer qu'à ce stade, seules les coupes rases résineuses en forêt privée sont à prendre partiellement en compte. Sur les 2 980 ha annuels (en 2005) soumis et non soumis renseignés en inventaire, on peut considérer que la partie à prendre en considération serait de 25% soit 750 ha en fonction de prix de marché à conclure avec les propriétaires.

Un entrepreneur envisageant de s'équiper actuellement d'un engin récolteur avec mise en ballots de rémanents de coupes rases estime qu'il y aura un marché suffisant permettant l'investissement. La récolte minimale annuelle porterait sur ce que peut effectuer un tel engin soit environ 250 ha. Une partie pourrait être récoltée en Allemagne et au Grand-Duché de Luxembourg ramenant la surface à trouver en Ardenne wallonne à 150 ou 200 ha.

Les quantités récoltées pourraient représenter 60 T/ha de produits secs à l'air, en moyenne pour des coupes rases de 300 à 400 m³/ha de résineux. On peut donc tabler sur 15 000 T/an (sèches à l'air).

2.4.2 Sous-produits de l'utilisation du bois

Les rondins résineux pour la scierie génèrent en moyenne 10% d'écorce, 10% de sciure, 40% de sciage et 40% de plaquettes. Ces rendements varient selon le diamètre fin bout des billons. Ils peuvent descendre à 35% de sciage lorsque le diamètre fin bout descend à 14 cm et 45% de plaquettes. Les grumes résineuses pour la scierie ont un rendement au sciage supérieur à celui des billons, on a en moyenne 8% d'écorce, 8% de sciure, 50% de sciage, 34% de plaquette. Les grumes feuillues pour la scierie génèrent environ 10% d'écorce, 5 à 6% de sciure et 33% de chutes.

Les déchets de bois et produits connexes issus de toutes les industries utilisant du bois sont présentés en détails et par provenance dans le Tableau 37 à l'annexe 6.3 pour les années 2000 à 2004 sur base d'ICEDD (2006). Les principales quantités présentées dans ce tableau sont résumées dans le Tableau 6. Les caractéristiques de ces produits ne sont pas connues, en particulier le taux d'humidité; la comparaison avec les volumes présentés au Tableau 7 et au Tableau 8 est donc difficile.

Tableau 6 Principaux déchets de bois et produits connexes (t an⁻¹, en moyenne annuelle pour 2000-2004)

Libellé	Tonnes	Usage
Bois de démolition	507	
Déchets d'écorce et de liège	19 049	Principalement valorisés par épandage au sol.
Déchets verts	695	Principalement valorisés par compostage et épandage au sol
Emballages en bois	12 943	
Papier et carton	19 540	Dans leur grande majorité, recyclés, excepté les déchets de papier siliconés qui sont mis en centre d'enfouissement technique (décharge).
Refus fibreux, boues de fibres, de charge et de couchage provenant d'une séparation mécanique	14 968	Valorisés énergétiquement (60%) ou par épandage agricole (37%).
Sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages non dangereux	82 354	Recyclage organique ou valorisation énergétique. Constituent la matière première principale de l'industrie du panneau. Certaines industries de transformation du bois utilisent la sciure et les copeaux de rabotage comme combustible pour la production d'énergie via leurs chaudières.
Total	150 056	

Source : Enquête intégrée environnement – volet déchets industriels DGRNE / ICEDD – 2006

2.5 Flux de matières en Wallonie

Dans cette section, le Tableau 7 présente les volumes *consommés* par les acteurs belges avec indication de la provenance quand elle est connue. Le Tableau 8 présente les volumes de produits connexes *issus* des acteurs belges et *potentiellement utilisables* comme bois-énergie. Ces volumes ne peuvent pas tous être sommés, les coproduits des uns pouvant être les intrants des autres ; les volumes sommables sont indiqués. Il est généralement difficile de scinder les disponibilités et les consommations entre l'ensemble de la Belgique et la seule Région wallonne ; il faut avoir à l'esprit que dans la plupart des cas les consommations et les disponibilités se situent en Région wallonne. Le Tableau 9 et le Tableau 10 indiquent de façon qualitative les utilisations des coproduits par acteurs. Il n'est pas possible de quantifier précisément ces flux. Outre le rapport Woodsustain (2001), les sources d'information pour l'établissement des Tableaux (Tableau 7 à Tableau 10) sont les suivantes.

Bois de chauffage : Evaluation du bilan énergétique wallon (2003-2006).

Exploitants : Synthèse des informations récoltées par interviews auprès des exploitants belges et français et de la fédération.

Fabrication de pellets : Synthèse des informations récoltées par interviews auprès des acteurs belges et frontaliers. L'estimation tient compte d'une production maximale pour chaque unité active et en projet à court terme.

Menuisiers : Synthèse des informations récoltées par interviews auprès des menuisiers belges et de la fédération.

Papeteries : Rapport Cobelpa (2004).

Panneaux : Synthèse des informations récoltées par interviews auprès des usines de panneaux belges et frontalières et de la fédération.

Parcs et Jardins : Rapport Guissard (2003).

Recyclage : Rapport d'activité de l'office wallon des déchets 2005.

Scieries : Synthèse des informations récoltées par interviews auprès des grandes scieries belges, de la fédération et rapport Guissard (2003).

Tuteurs : Synthèse des informations récoltées par interviews

Unités de cogénération de petite taille et chauffage : Synthèse des projets qui ont fait une demande de subside auprès de la DGTRE. Pour les projets dont la puissance ou la consommation n'était pas fournie, la consommation en bois a été évaluée en fonction du montant d'investissement prévu par comparaison avec d'autres projets.

Unités de cogénération de grande taille : Synthèse des informations récoltées par interviews et documents confidentiels. L'évaluation tient compte d'une consommation maximale des unités.

Tableau 7 Volumes consommés par les différents acteurs belges (et frontaliers pour les panneaux) en fonction de leur provenance (1000 m³ équivalent bois frais plein sur écorce)

Origine				Belgique						France		Allemagne		Inconnu	
Acteur	Total	Total feu	Total rési	Plaquettes fe	Plaquettes re	Sciures	Recyclé	Autres feu	Autres rési	Fe	Re	Fe	Re	Fe	Re
Papeteries	1864	1561	303	64	211			335	53	1042	1	53	37	67	2
Usines de panneaux	3913	-	-		1594	280	186	70	462	160	420				740
Parc et jardin	185	0	185						185						
Chantiers de découpe	125	0	125						125						
Sous total matière	6087	-	-	64	1805	280	186	405	825	1202	421	53	37	67	742
Cogénération et chauffage industriel (hors papetiers)	391	10	381	10	381										
Chauffage des particuliers	592	592	0					592							
Fabrication de pellets	684	-	-			684									
Sous total énergie	1667	-	-	10	381	684	0	450	0	0	0	0	0	0	0
Total énergie et matière	7754	-	-	74	2186	964	186	855	825	1202	421	53	37	67	742

A titre informatif, les scieries et la seconde transformation consomment les quantités suivantes, non-sommables avec celles des autres acteurs.

Scieries (grumes)	2531	645	1886					645	1886						
Menuiserie, meubles, construction, emballages...	2354	-	-												

Remarques :

- Les scieries consomment des grumes et génèrent des coproduits consommables par d'autres acteurs.
- Le secteur menuiserie, meubles, construction, emballages... consomme des produits de sciage et génère des coproduits consommables par d'autres acteurs.

Tableau 8 Volumes produits (produits connexes) par les différents acteurs belges (1000 m³ équivalent bois frais plein sur écorce)

	Total	Feuillus	Résineux	Plaquettes Fe	Plaquettes Re	Sciures Fe	Sciures Re	Écorce Fe	Recyclé	Année	Sources
Exploitation (RW)	1520	400	1120							2006	Section 2.2
Scieries	1387	310	1077	213	773	39	183	58		2006	Enquêtes
2de transformation	1384	-	-	1036		78			270	2001	Woodsustain
Recyclage	106	-	-						106	2005	Off. W. Déchets
Chantiers de découpe	25	0	25		25					2006	Enquêtes
Agriculture (RW)	0									2005	Diverses
Rémanents	15	0	15							2006	Enquêtes
Tot. produits connexes	4437	-	-								

A titre informatif : exploitation des forêts en RW (non sommable avec les produits connexes).

Exploitation (total réellement mobilisé)	3800	1000	2800							2006	Section 2.2
Exploitation grumes	2280	600	1680							2006	Section 2.2

Remarques :

- Les coproduits d'exploitation sont tous les bois non-grumes (houppiers, premières éclaircies...). Selon les résultats de l'enquête 2005 du SCEES (France) publiés dans *Le bois international* du 6 janvier 2007, la proportion de grume sur le total exploité serait de 60%.
- Les grumes de l'exploitation des forêts wallonnes ne sont pas cumulables avec les autres bois du Tableau 8 pour plusieurs raisons. Tout d'abord, certains estiment que 80% des bois feuillus exploités par les exploitants belges sont exportés et ne rentrent pas dans la filière bois belge ; l'importation de bois ronds et de sciages est également importante. Ensuite, les produits de sciage sont à plus haute valeur ajoutée que les coproduits et n'entrent donc pas dans le circuit.
- Environ 26% des coproduits sont autoconsommés comme bois-énergie par les entreprises productrices (Woodsustain, 2001) et une partie se retrouve dans le recyclage. En 2001, 35% des coproduits de menuiseries, meubles, constructions et emballages étaient livrés aux usines de panneaux et papeteries (Woodsustain, 2001). La consommation des bois de menuiseries, meubles, construction et emballage est évaluée sur base d'interprétation de données fournies par le rapport Woodsustain (2001), avec une incertitude élevée.
- Beaucoup de plaquettes issues de l'ameublement sont utilisées pour l'élevage et les parcs et jardins hollandais et flamands. La quantité exportée n'est pas connue.

2.5.1 Transformateurs

Les transformateurs utilisent du bois acheté en amont ou à l'importation et produisent soit directement du bois-énergie, soit des coproduits qui peuvent être utilisés en énergie. Il n'est pas possible de chiffrer précisément les flux entre chaque acteur au niveau de détail présenté ci-dessous.

Tableau 9 Transformateurs, produits et coproduits

<p><i>Exploitant forestier de feuillu sur pied. Produits :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grumes pour sciage. 2. Houppiers qui sont transformés, généralement sur site, en rondins ou bûches pour les usages suivants : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie de la pulpe et du papier b. Bois de chauffage pour particuliers c. Plaquette pour l'énergie 3. Rémanents actuellement non rentables.
<p><i>Exploitant forestier de conifère sur pied. Produits :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grumes pour sciage. 2. Bois endommagé et petits arbres issus de la première éclaircie, transformés pour les usages suivants : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie des panneaux b. Fabrication de tuteurs et perches c. Industrie de la pulpe et du papier d. Plaquette pour l'énergie. 3. Rémanents actuellement non rentables.
<p><i>Scieur de grume de feuillu. Produits :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bois de feuillu pour menuiserie (et charpenterie) 2. Plaquettes blanches (sur usine) — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie de la pulpe et du papier b. Industrie des panneaux de particules c. Industrie des panneaux MDF d. Industrie du parquet e. Centrale électrique f. Energie 3. Ecorce — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Parc et jardin b. Energie 4. Sciure — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie des panneaux MDF b. Fabrication de pellets c. Energie
<p><i>Scieur de grume de conifère. Produits :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bois de conifère pour menuiserie (et charpenterie) 2. Planche de conifère 3. Plaquette blanche (sur usine) — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie de la pulpe et du papier b. Centrale électrique c. Energie 4. Ecorce (<i>cf.</i> scieur de grume de feuillu) 5. Sciure (<i>cf.</i> scieur de grume de feuillu)

<p><i>Menuiserie, charpenterie.</i> Coproduits :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sciure — usages <ol style="list-style-type: none"> a. Source d'énergie interne b. Elevage 2. Copeau — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Source d'énergie interne b. Elevage 3. Chute — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Source d'énergie interne b. Bois de chauffage vendu aux particuliers
<p><i>Fabricant de meubles.</i> Coproduits : chutes, utilisées de façon interne comme source d'énergie.</p>
<p><i>Recyclage du bois</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Broyats provenant d'emballage industriel — usages : <ol style="list-style-type: none"> a. Industrie des panneaux de particules b. Energie c. Tout n'est pas récupérable à cause de contraintes logistiques 2. Broyats provenant de l'industrie de la construction — usage : décontamination requise, captif énergie (cimenterie ou installations autorisées). 3. Broyats provenant des ménages — usage : décontamination requise, captif énergie (cimenterie ou installations autorisées).

2.5.2 Utilisateurs finaux

À l'exception des fabricants de pellets, les utilisateurs finaux n'ont pas de coproduits qui pourraient être valorisés en énergie à l'extérieur de l'entreprise. Le Tableau 10 présente les utilisateurs finaux et leurs demandes.

Tableau 10 Utilisateurs et demandes

<p><i>Industrie des panneaux MDF.</i> Demande :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sciure 2. Bois frais (plaquettes ou rondins, pas de bois recyclé) avec un pourcentage d'écorce quasi nul.
<p><i>Industrie des panneaux de particules.</i> Demande : à peu près n'importe quel type de bois à condition que la granulométrie soit supérieure à 3 cm.</p>
<p><i>Industrie de la pulpe et du papier.</i> Ces industries consomment de grandes quantités de plaquettes blanches et de rondins (résineux et feuillus) pour la fabrication de la pâte à papier. Possédant leur propre chaudière, elles consomment également leurs propres sous-produits (principalement des écorces) mais doivent compléter l'approvisionnement de leur chaudière avec des broyat de DIB, de la sciure, des plaquettes...</p>
<p><i>Industrie du recouvrement de sols.</i> Demande : plaquettes blanches</p>
<p><i>Entrepreneurs de parcs et jardins ainsi que services publics chargé de l'entretien des espaces verts.</i> Demande : Ecorces pour horticulture.</p>
<p><i>Centrale électrique conventionnelle à plaquettes (blanches).</i></p>
<p><i>Centrale électrique à pellets.</i> Ce sont des centrales au charbon modifiées. A ce jour Electrabel consomme 700 000 tonnes de pellets par an pour ses centrales au bois des Awirs et de Radenhuyse.</p>
<p><i>Centrale à cogénération.</i> Ces centrales produisent conjointement de la chaleur utilisée localement et de l'électricité qui peut être mise ou non sur le réseau. Demande très diverse, voir section 3.2.</p>

<p><i>Particuliers.</i> Consomment principalement le bois sous forme de bûche et dans une faible mesure de briquettes reconstituées ou de pellets. Demande :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bûches issues de <ol style="list-style-type: none"> a. L'exploitation de feuillu sur pied, plus rarement de résineux b. L'auto-approvisionnement (parfois, bois réservé par leur commune de résidence) c. Chute de menuiserie 2. Pellets : faible quantité, mais en croissance rapide 3. Briquettes reconstituées et plaquettes, en quantité négligeable
<p><i>Fabricants de pellets.</i> Ils sont de deux types. Ils peuvent être issus de la diversification de l'activité d'une entreprise de la filière bois ; dans ce cas, l'entreprise utilisera ses propres coproduits pour fabriquer des pellets et on parle alors de fabricants intégrés (exemple : Paletterie François). Alternativement, le fabricant peut être un nouvel acteur de la filière bois, n'est pas intégré et doit acheter ses matières premières ; un exemple est ERDA à Bertrix. Demande (voir section 3.2) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plaquettes blanches 2. Broyats de DIB non traités 3. Sciure
<p><i>Collectivités.</i> Certains bâtiments publics sont équipés de chaudières à bois. Ce phénomène est beaucoup moins important en Belgique que dans les pays voisins. Ce type de chaudière consomme principalement des plaquettes ou des pellets. La demande (pour le chauffage essentiellement) semble être assez faible que pour pouvoir être négligée.</p>

2.6 Coûts et prix par produits

Selon les types de combustibles, les prix concernent des *valeurs sur pied* (produits vendus par des propriétaires privés ou publics), des *coûts de mobilisation*, des *prix de vente des produits 'matière' rendus chez le transformateur* ou des *prix de vente des produits 'énergie' rendus chez l'utilisateur final*.

2.6.1 Valeur sur pied des produits provenant des propriétaires privés ou publics

Résineux marchands. La hausse des prix depuis la fin 2005 est très forte. La mercuriale des prix publiée par la Fédération des Experts Forestiers pour l'automne-hiver 2006-2007 est consultable sur le site <http://www.woodnet.com/fr/home.asp>. De ces bois, une partie est destinée directement aux papeteries et aux usines de panneaux sous forme de rondins ; une partie est destinée aux scieries sous forme de billons pour les bois de petites dimensions (diamètre 14 à 25 cm) et sous forme de grumes en long pour les gros bois. Une partie est traitée sur chantier de triage-découpe.

Feuillus marchands. Les prix sont également en hausse ; on adopte aussi comme base les prix publiés par la Fédération des Experts Forestiers pour l'automne-hiver 2006-2007. Cependant, les prix de bois provenant de taillis ou houppiers ont suivi la variation la plus importante, liée au marché du bois de chauffage ou bûches. Les bois durs se vendent entre 12 et 30 €/stère, en moyenne 21 €/stère. Les bois tendres se vendent entre 6 et 10 €/stère, en moyenne 8 €/stère. La fourchette des prix est assez large car la dimension des lots, les essences, les conditions d'exploitation ont une influence.

Rémanents de coupes rases. Actuellement, même dans les meilleures conditions, il n’y a pas de prix d’achat de ces produits sur coupe. Tout au plus, l’enlèvement est un coût qui peut être inférieur au coût actuel de la préparation du terrain pour replantation.

Produits de sylviculture. Comme pour les rémanents de coupes rases, il n’y a pas de prix d’achat pour les éclaircies non commercialisables (résineux ou feuillus) vu le coût de mobilisation actuel. Toutefois, lorsqu’il y a récupération de produits en plaquettes forestières, le coût de l’intervention sylvicole peut être diminué pour le propriétaire.

2.6.2 Coûts de mobilisation

Résineux marchands. Les coûts d’exploitation sont liés aux dimensions des bois ; l’abattage et le façonnage sont pratiquement totalement mécanisés ; le débardage se fait soit en bois courts soit en bois longs selon la destination des bois. En moyenne, pour des bois de qualité normale et des conditions d’exploitation normales, les prix à retenir, sans frais généraux ni bénéfice pour l’exploitant se répartissent comme indiqué dans le Tableau 11 pour la mise à route. Le transport sur une distance d’environ 80 km représente 8 €/m³ pour des billons de scierie et 7 €/m³ pour des bois longs. Le transport de billons pour la papeterie ou l’usine de panneaux représente environ 10 €/m³ pour une distance de 100 km ; le prix monte à 13 €/m³ pour 150 km et jusqu’à 20 €/m³ pour 400 km.

Tableau 11 Coûts de mobilisation des résineux à route

		Volume unitaire (m ³)				
		0.10	0.15	0.20	0.35	1
		Prix (€/m ³)				
<i>Bois courts</i>	<i>Eclaircie</i>	25	19	17	16	12
	<i>Coupe rase</i>	21	16	14	10	8
<i>Gros bois</i>	<i>Toute coupe</i>	-	-	-	6	9

Feuillus marchands. Les coûts d’exploitation se différencient entre grumes en long (scierie) et bois pour papeterie ou usine de panneaux. En grumes, le coût d’abattage-débardage est de 10 à 12 €/m³. En bois courts (industriels), le coût est de 12 €/T pour l’abattage-façonnage et de 5 €/T pour le débardage. Le transport pour une moyenne de 100 km varie entre 8 et 10 €/m³ en grumes et entre 8 et 10 €/T pour les bois courts.

Rémanents de coupes rases ou produits de sylviculture. La mobilisation concerne le déchiquetage sur coupe ou à route et le débardage. Ces prix ne sont pas encore bien établis. L’abattage des tiges s’élève à 6 à 8 €/T; le déchiquetage-débardage à 20 €/T. Ces prix concernent l’entreprise travaillant en permanence pour la Coopérative Forêt et Bois de l’Est. Pour le broyage seul (sans débardage ni transport), on compte un coût de 3 à 6 €/MAP avec un tracteur de 170 cv et de 2 à 2.5 €/MAP avec un tracteur de 300 cv et pour des chantiers importants.

Pour le ramassage des rémanents en bottes et le débardage des bottes, le prix pourrait varier entre 600 et 850 €/ha selon que les rémanents sont préalablement andainés ou non, et selon leur degré d’humidité. Ceci conduit à un prix de 25 €/T. A ce prix, il convient encore d’ajouter le coût du déchiquetage à bord de route ; on atteindrait ainsi 12 €/MAP, à bord de

route décheté. Ce prix, hors frais généraux, est variable selon les chantiers. Il sera un peu plus élevé pour les épicéas que pour les feuillus. En Allemagne, où une entreprise réalise le bottelage des rémanents et leur débardage, on compte 8 € pour la mise en botte et entre 2 et 3 € pour leur débardage ; une botte représente 350 à 500 kg, soit 1.1 MAP après déchetage.

2.6.3 Prix des produits ‘matière’ rendus chez le transformateur

Rondins résineux pour la scierie. Les prix rendus, volume calculé sous écorce, sont actuellement de 75 à 80 €/m³ pour un diamètre fin bout de 17 cm/+ ; 70 €/m³ pour un diamètre fin bout de 15 cm/+ et 60 €/m³ pour un diamètre fin bout de 14 cm/+. Ces prix étaient inférieurs de près de 10 €/m³ en début 2006. Du volume entré en scierie, la partie susceptible d’entrer dans la filière énergie concerne l’écorce, la sciure, les plaquettes de scierie. Toutefois les volumes d’écorce ne sont pas pris en compte dans le calcul du prix/m³ réceptionné en scierie.

Grumes résineuses pour la scierie. Les prix rendus, volume calculé sous écorce, pour ces bois en long représentent 85 à 90 €/m³. Comme pour les billons, la partie susceptible d’entrer dans la filière énergie concerne l’écorce, la sciure, les plaquettes de scierie.

Grumes feuillues pour la scierie. De ces bois, la partie qui peut être destinée à l’énergie concerne l’écorce, la sciure, et les chutes, le plus souvent déchetées en plaquettes, parfois laissées en dosses. Une fraction part en déchets, souvent consommés par des particuliers en bois de chauffage.

Déchets, recyclage, bois en fin de vie non traités : Il s’agit de déchets industriels, de construction, de centres de triages et de collecte. Ces bois sont livrés pour partie avec rémunération aux apporteurs, de 35 à 50 €/T rendu (donc en prix négatif). Ils sont complètement déchetés pour utilisation soit en panneaux soit en bois-énergie.

2.6.4 Prix des produits ‘énergie’ rendus chez l’utilisateur final

Le Tableau 12 présente des prix correspondant à des produits ‘énergie’ rendus. Il est évident que si l’utilisateur est en même temps le producteur — par exemple une scierie consommant ses plaquettes ou sa sciure — les prix sont diminués du coût du transport et des frais généraux. Ces prix sont des moyennes susceptibles de varier selon le degré d’humidité pour certains produits (sciure, écorces, plaquettes).

Tableau 12 Prix de vente des produits ‘énergie’ rendus chez l’utilisateur final en unités harmonisées

Rondins feuillus (papeterie)	38 €T
Rondins résineux (papeterie, panneaux)	37 €T
Bûches de feuillus (particuliers) en 1 m (43 €/st.)	78 €T
Bûches de feuillus (particuliers) en 0.5 m (50 €/st.)	91 €T
Bûches reconstituées (particuliers) (150 à 250 €T)	200 €T
Pellets (110 à 250 €T – bois secs)	160 €T
Sciure (humide - 1 ^{ère} transformation)	34 €T
Ecorces (40 à 50% d'humidité)	16 €T
Plaquettes blanches	44 €T
Plaquettes forestières (35% d'humidité)	40 €T
Plaquettes grises (les prix rejoignent ceux des plaquettes blanches)	44 €T
Déchets industriels non contaminés à broyer (transport)	10 €T
Déchets industriels contaminés à broyer	-35 €T

Source : interviews réalisées au cours de la présente étude

2.7 Conjoncture actuelle

Dans cette sous section, nous examinons quelques éléments ponctuels qui participent aux pressions actuelles dans le secteur du bois-énergie. Au contraire des pressions présentées à la section 3, les éléments considérés ici sont peu pertinents pour établir une politique relative au bois-énergie soit parce qu’il s’agit d’éléments structurels échappant au contrôle des autorités wallonnes (subsides étrangers), soit parce qu’il s’agit d’événements avec un caractère aléatoire important (tempêtes, scolytes, conditions sur certains marchés...).

2.7.1 Tempêtes de 1999 et 2005

Tempêtes de 1999

Tableau 13 Estimation du volume des chablis des tempêtes de décembre 1999 (en million de m³) dans les régions françaises limitrophes de la Région wallonne

Bois de tempête de 1999 mobilisables	Type de forêt			Type de chablis			Récolte moyenne annuelle 1995-1999
	Publique	Privée	total	Mobilisable	Mobilisés en 2000 et 2001	Non mobilisés fin 2001	
Lorraine	22.4	7.1	29.5	19.7	11.6	8.1	3.8
Champagne-Ardenne	6.4	7.4	13.8	9.2	5.2	4.0	1.9
Nord-Pas-de-Calais	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
Total	28.8	14.5	43.3	29.3	17.2	12.1	6.1

Source: Agreste, 2003

Au total, pour ces 3 régions, 43 300 000 m³ de feuillus (38%) et résineux (62%) ont été touchés par la tempête et 28 900 000 m³ étaient susceptibles de rentrer sur le marché suite aux tempêtes de 1999. Ce qui représente plus de 700% de la récolte moyenne annuelle évaluée entre 1995 et 1999. En début 2002, il restait 12 100 000 m³ non encore mobilisés; soit l’équivalent de 2 années de récoltes.

Actuellement, ces bois sont en grande partie exploités ou abandonnés. La tempête a mis sur le marché un immense volume de bois qui a fait chuter son cours (-25% pour les résineux en France entre le 4^{ème} trimestre 1999 et le 1^{er} trimestre 2000 ; -30% pour les feuillus) (Agreste, 2003). Suite à cette tempête, les prix se sont maintenus bas à cause de la conjoncture économique qui s'était dégradée. Il n'y a presque plus de bois de chablis exploités depuis début 2006.

L'accroissement annuel moyen des peuplements français est évalué à 11 232 600 m³ (voir § 2.2.3). Il faudrait donc près de quatre ans sans autres récoltes pour retrouver le volume sur pied d'avant tempête. L'impact des tempêtes sur le volume mobilisable est dès lors encore présent vu que l'on a exploité des bois non chablis en parallèle aux arbres chablis.

Tempêtes de 2005

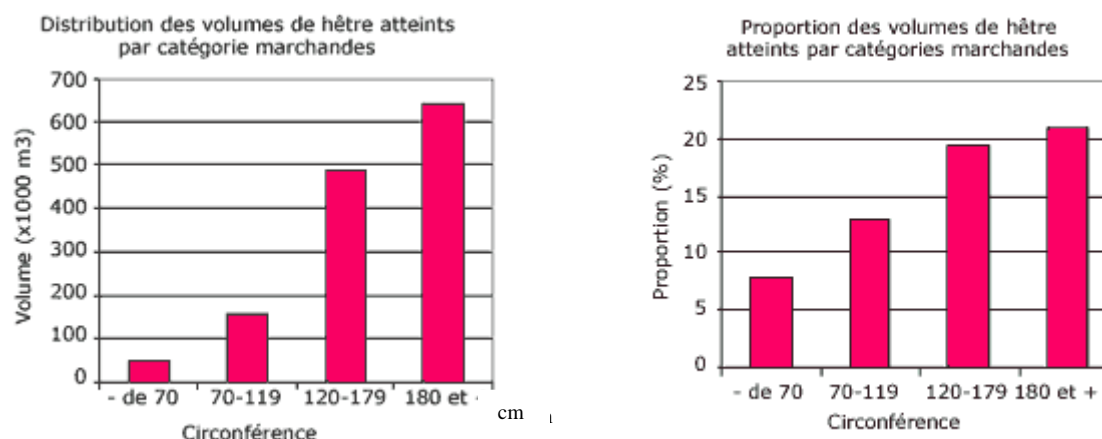
Les dégâts provoqués par les tempêtes en Slovaquie vers la fin de 2004 (7 millions de m³ affectés) puis dans la région de la mer Baltique au début de 2005 (85 millions de m³ affectés, dont 75 millions de m³ en Suède - principalement d'épicéa) influent sur les marchés mais leur impact se résorbe progressivement.

2.7.2 Attaques de scolytes

Wallonie

Un inventaire spécifique aux hêtraies a été réalisé en 2001 dans des peuplements comportant au moins 50% de hêtre en surface terrière, situés dans les bois soumis au sud du sillon Sambre-et-Meuse. Les résultats, résumés dans la Figure 4 montrent que le volume des hêtres atteints s'établirait à 1 325 000 m³ soit 18% du matériel inventorié en hêtre, cette proportion étant même supérieure dans les catégories de circonférence supérieures à 180 cm.

Figure 4 Distribution des volumes de hêtre atteints



Source : http://mrw.wallonie.be/mrw/rapports/2001/dgrne/dgrne_ch2.html

Les dégâts occasionnés par les scolytes à la hêtraie wallonne ont été reconnus comme calamité agricole en octobre 2004 : 208 dossiers ont été rentrés, 202 acceptés. L'équivalent de 446 420 m³ de bois ont été déclarés touchés. Si cette valeur peut paraître faible, elle s'explique par le plafond de 62 400 euros qui fut fixé par propriétaire, alors que la valeur financière était de 100 euros par mètre cube. Dès lors, les gros propriétaires tels les communes se sont retrouvés rapidement au plafond, là où les plus petits propriétaires ont pu bénéficier de la prise en compte de l'entièreté de leurs pertes (79.4% des hêtraies sont publiques). (Source : Mazays et de Wouters)

L'accroissement annuel moyen des hêtraies est évalué à 6.0 m³/ha/an en moyenne Ardenne (Rondeux et al. 2002). La surface de hêtraies en provinces de Liège et Luxembourg (provinces principalement touchées) est évaluée à 30 585 ha en futaies et 1460 ha en taillis-sous-futaie. Sur cette base, on peut évaluer l'accroissement annuel moyen en hêtres pour ces deux provinces à 192 270 m³/an — ce qui correspond à 14.5% du volume de hêtres atteints par les scolytes. Il faudrait donc presque 7 ans pour résorber l'exploitation prématurée des hêtres scolytés sans autre exploitation.

Il n'y a pas de recensement récent sur les attaques de scolytes en épicéas.

Allemagne

Pour la Bavière on prévoit un volume total de 700 000 m³ de bois scolytés pour 2006 (jusqu'à la fin de l'année) ; de manière à réduire les impacts sur le marché du bois, les gestionnaires essaient de freiner parallèlement la coupe des bois sains.

Pour la Rhénanie Palatinat et le Baden-Württemberg, les volumes scolytés estimés au 30 juin 2006 étaient les suivants : 310 000 m³ de bois résineux (dont 270 000 m³ en épicéa, 12 000 m³ en sapin, 7600 m³ en pins et 2300 m³ en mélèze) ; en feuillus, 7400 m³ de hêtre et 4500 m³ de chêne.

Au 31 juillet 2006, le volume de bois scolytés s'élevait déjà à 500 000 m³ rien qu'en Baden-Württemberg. Pour la Rhénanie-Palatinat, l'évolution au début 2006 semblait plus favorable par rapport aux années précédentes ; par contre une forte croissance des volumes scolytés a été constatée ultérieurement à cause de la chaleur et de la sécheresse du mois de juillet. Nous n'avons pas de données pour la Rhénanie du Nord ; pour rappel, ce sont la Rhénanie Palatinat et la Rhénanie du Nord qui sont limitrophes à la Belgique.

France

Dans le Nord-Est de la France, le volume de bois attaqué par l'Ips Typographe est évalué à 514 000 m³ en 2001, 295 000 m³ en 2002 et 380 000 m³ en 2003 (source : Ministère de l'agriculture, 2005). Il n'y a pas de relevés plus récents disponibles actuellement mais les attaques de scolytes n'auraient pas sensiblement diminué depuis d'après les marchands de bois.

2.7.3 Sciages

Les deux principaux importateurs wallons de bois russes n'en n'achètent plus, ce qui tend à accentuer la forte demande locale en grumes résineuses. Par ailleurs, la demande de bois sciés continue à augmenter dans notre pays car la Scandinavie, l'Allemagne et l'Autriche qui exportaient fortement vers nos pays, exportent actuellement davantage vers les Etats-Unis, la Chine et l'Inde. Les unités wallonnes ne sont pas en mesure actuellement de contenter le marché ; la tendance est de diminuer le diamètre fin bout des grumes pour augmenter la production.

2.7.4 Papeteries

La demande en bois est soutenue dans le secteur du papier. Les papeteries doivent faire face à la hausse du prix de l'énergie et du bois. Les stocks de bois étaient faibles à la sortie de l'hiver suite aux conditions climatiques. Les papetiers éprouvent des difficultés d'approvisionnement suite à l'augmentation de la demande en *bois de chauffage* et à l'augmentation générale de la demande des *autres filières*. Les scieries, en particulier, ont tendance à réduire le diamètre fin bout des billons pour le sciage et deviennent plus compétitives sur ces dimensions.

2.7.5 Panneaux

La demande en bois est très soutenue. Comme pour le papier, les panneaux font face à la hausse du prix des bois, de l'énergie et en plus de la colle. Les fabricants de panneaux ont également des difficultés à réapprovisionner leurs stocks et subissent la diminution de diamètre fin bout des scieries. De plus, une partie des plaquettes et sciures produites par les scieries sont détournées au profit de la filière bois-énergie (cogénération).

2.7.6 Bois composites

Les nouveaux matériaux composites bois-polymères se développent de plus en plus. Ces matériaux sont composés en moyenne de 60 à 80% de fibres de bois, les polymères thermoplastiques faisant office de liant (source CRIF, 2006). Ces rapports bois-polymères peuvent toutefois varier fortement en fonction du type de produit. La plupart des procédés acceptent le bois dur et le bois tendre. Ces nouvelles technologies utilisées en construction et ameublement exerceront dans les années à venir une concurrence croissante pour l'approvisionnement en bois. Le volume de bois wallon consommé actuellement par ce procédé n'est pas connu.

2.7.7 Bois-énergie

La France a lancé en 2005 des appels d'offres d'approvisionnement annuel en biomasse pour la production d'électricité. Les appels pour les sites de production proches de la frontière s'élèvent à 724 000 t par an en plaquettes ou broyat de palettes, suivant :

- Vitry-le-François (Champagne-Ardenne) avec 24 000 t,
- Nancy (Lorraine) avec 20 000 t,
- Karlsruhe (Bade-Wurtemberg) avec 70 000 t,
- Saint-Dizier (Champagne-Ardenne) avec 70 000 t,
- Golbey (Lorraine) avec 100 000 t (les pailles de céréales peuvent aussi fournir ce site),
- Eloyes (Lorraine) avec 170 000 t,
- Ussel (Lorraine) avec 170 000 t,
- Metz (Lorraine) avec 100 000 t.

Cette liste ne prétend pas à l'exhaustivité et peut évoluer très vite.

Ces contrats d'approvisionnements vont entrer en concurrence directe avec les papeteries et usines de panneaux wallonnes et frontalières. On peut noter de plus un appel pour Metz (Lorraine) avec 500 000 t de pailles de céréales et/ou de chanvre et/ou de miscanthus.

2.7.8 Pellets

La Suède est le plus grand marché européen de pellets (900 000 t) en 2004. Comme la demande excède l'offre, il y a eu des importations du Canada. La production canadienne est passée de 900 000 t en 2002 à 1 500 000 t en 2005, dont 475 000 t ont été exportées en 2005, en partie pour le site des Awirs (Wood Resource Quartely, 2006).

2.7.9 Subsidés octroyés en pays limitrophes

Allemagne

Pour toute l'Allemagne, lors de l'installation d'un chauffage à pellet pour une utilisation privée, le montant des subsides s'élève à 2045.17 €. En Rhénanie du Nord, les subventions s'élèvent jusqu'à 40% des coûts. Les sources d'information pour cette section peuvent se trouver à l'adresse <http://www.co2sparhaus.de/foerdermittel/heizung-bund.htm>.

Pour l'électricité produite par les installations d'une puissance inférieure ou égale à 20 MW et utilisant exclusivement de la biomasse, la rémunération va de 11.5 centimes au minimum par kWh pour une puissance inférieure ou égale à 150 kW à 8.4 centimes d'euro au minimum par kWh pour une puissance supérieure à 5 MW. La rémunération est de 3.9 centimes supplémentaires d'Euro par kWh si l'installation utilise également du bois usagé. Le gaz prélevé sur un réseau gazier est considéré comme biomasse si l'équivalent thermique de la quantité de gaz prélevée correspond à la quantité de gaz de biomasse injectée dans le réseau à un autre endroit du champ d'application de la loi.

Les rémunérations minimales sont majorées de 6.0 centimes d'Euro par kWh et celles relatives au bois usagés de 4.0 centimes d'Euro par kWh lorsque la production se fait uniquement à partir de matières végétales ou si aucune usine de production de biomasse produisant de l'électricité à partir d'autres substances n'est exploitée sur le même site.

Les rémunérations minimales sont majorées de 2.5 centimes par kWh si l'électricité provient de la combustion du bois. Ces rémunérations minimales sont majorées de 2.0 centimes d'Euro par kWh lorsqu'il s'agit de cogénération.

France

En France, les *particuliers* bénéficient d'un taux réduit de 5.5% sur la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) pour : (i) l'achat de bois de chauffage, de produits de la sylviculture agglomérés, de 'déchets' bois destinés au chauffage pour un usage domestique ; (ii) l'installation d'équipements de chauffage bois-énergie (sous certaines conditions) ; les contrats de maintenance, d'entretien et d'exploitation. Un dispositif de crédit d'impôt à 40% a été mis en place pour les équipements performants de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable, effectués par les professionnels pour une résidence principale. L'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH) donne des primes pour l'installation de chaudières individuelles à bois. Les taux dépendent de chaque département.

Pour les *entreprises et les collectivités*, l'ADEME fournit des aides pour les études et la réalisation d'installations dans le cadre du programme Bois-Energie 2000-2006. Pour la production électrique issue de la combustion de biomasse, le tarif d'achat est de 4.9 c€/kWh + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 1.2 c€/kWh pour une durée de 15 ans

(source : www.Ciele.org). Pour la cogénération, le tarif d'achat est de 6.1 à 9.15 c€/kWh environ en fonction du prix du gaz, de la durée de fonctionnement et de la puissance pour une durée de 12 ans (source : www.Ciele.org).

Tableau 14 Aides françaises aux entreprises et collectivités dans le cadre du programme Bois-Energie 2000-2006

	Taux	Conditions d'efficacité
Chaufferies industrielles	<15%	- plafonnée à 2 000 €/ TEP de bois consommé/an
Chaufferies collectives sans réseaux de chaleur	30%	- plafonnée à 4 000 €/ TEP de bois consommé/an pour puissance < 300 kW - plafonnée de 2 000 € à 4 000 €/ TEP de bois consommé/an pour puissance de 300 kW à 3 000 kW - plafonnée de 2 000 € / TEP de bois consommé/an pour puissance > 3 000 kW
Chaufferies collectives avec réseaux de chaleur	30%	- plafonnée à 6 000 €/ TEP de bois consommé/an pour puissance < 300 kW - plafonnée de 3 200 € à 6 000 €/ TEP de bois consommé/an pour puissance de 300 kW à 3 000 kW - plafonnée de 3 200 € / TEP de bois consommé/an pour puissance > 3 000 kW

Source : ADEME

Grand-duché de Luxembourg

Les sources de cette sous-section se trouvent dans le Journal Officiel du Grand-duché de Luxembourg A-135 2004. L'aide financière se présente comme suit :

1. pour la mise en place d'une installation de chauffage central, à savoir une chaudière à gazéification, une chaudière à copeaux de bois ou une chaudière à «pellets» dans un immeuble résidentiel, un taux de 25% des frais effectifs peut être accordé, avec un maximum de 3 000 €;

2. pour l'installation d'une chaudière à copeaux de bois servant à alimenter un réseau de chaleur (activité collective), un taux de 30% peut être accordé, avec un maximum de 38 000 €. Lorsque le projet a un caractère régional ou une certaine importance, le montant de l'aide financière pourra dépasser le taux de 50%. Dans ce cas le montant maximal par projet pourra être élevé à 75 000 €;

La prime par kWh injecté dans le réseau électrique d'un gestionnaire de réseau est fixée à 0.025 € pour la production d'électricité à partir d'installations d'énergie éolienne, hydraulique, de biomasse et de biogaz dont la puissance électrique installée se situe entre 1 kW et 3 000 kW. La prime peut être octroyée pendant une période de 10 ans. Dans le cas d'installations à combustion de bois, les installations doivent disposer d'une combustion contrôlée.

3 Éléments de modélisation du secteur

Dans cette section, nous examinons des éléments structurels qui peuvent participer aux pressions dans la filière du bois-énergie. L'intention originelle était de représenter l'entièreté de la filière sous la forme d'un système d'équations similaire au modèle développé par FAO (2001). Suite aux difficultés rencontrées dans l'acquisition des données, le modèle prend une forme simplifiée représentée dans le schéma suivant :

Figure 5 Éléments modélisables du secteur bois-énergie

<p>MAT Demande pour le bois-matière pour les industries établies en RW</p> <ul style="list-style-type: none"> - Papeterie - Panneau de particules et MDF - Chantiers de découpe (tuteurs, piquets, perches...) - Horticulture, jardinerie (écorces) 	<p>NRJ Demande (volume) pour le bois-énergie</p> <p>$\Delta 1$ Particuliers</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demande : bûche - Moteur : prix du pétrole <p>$\Delta 2$ Électricien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemples : Électrabel, cogénération - Demande : Pellets, plaquettes ou autres selon les cas - Moteur : Certificat vert <p>$\Delta 3$ Thermicien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemple : Cimenterie - Demande : Bois bon marché (contaminé ou autre) - Moteur : Prix pétroliers, quota CO₂ <p>$\Delta 4$ Autres</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemple : Fabricant de pellets hors $\Delta 2$ - Demande : Sciure, plaquettes - Moteur : Prix pétroliers, certificat vert
<p>DISP Disponibilités en RW</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coproduits de l'exploitation du bois (houppier, première éclaircie...) - Coproduits de scierie - Coproduits seconde transformation - Agriculture (TtCR, haie) - Entretien routes et espaces urbains (MET) - Recyclage 	

Δ = Déficit des disponibilités par rapport aux demandes = $DISP - MAT - \Delta 1 - \Delta 2 - \Delta 3 - \Delta 4$. Le Tableau 7 indique clairement que l'ensemble des consommations des utilisateurs situés en Belgique dépasse largement les disponibilités wallonnes. Le recours à l'importation est général. En ce sens, ce qu'il est important de calculer dans un cadre d'aide à la décision publique, ce sont les différentiels causés par différents moteurs actuels sur les disponibilités. L'accent est mis sur les activités wallonnes puisque l'objectif de la présente étude est l'aide à la décision publique wallonne.

Ces moteurs sont au nombre de trois : les prix du pétrole, les certificats verts et les quotas CO₂.

Dans ce schéma, DISP et MAT sont considérés comme fixes devant la difficulté d'évaluer leurs réactions face aux changements. Les chiffres, y compris les importations et les exportations, sont donnés dans le Tableau 7 et le Tableau 8. De plus, pour les gros acteurs industriels, il est impensable qu'ils tournent au ralenti ; les quantités indiquées ne se modifieront donc pas à l'horizon temporel du présent projet. MAT, la demande pour le bois-matière ne fait référence qu'au bois-matière pouvant servir à l'énergie. La seconde transformation (menuiserie, ébénisterie, charpente, boisellerie, paletterie, caisserie ...) est donc exclue, mais ses coproduits apparaissent dans les disponibilités. Les importations et

exportations de matières peuvent être influencées par les politiques d'aides nationales indiquées à la section 2.7.9. Elles sont également considérées comme fixes parce que leurs évolutions ne peuvent pas être évaluées sans une étude globale au niveau européen.

Les exploitants forestiers et les scieries ne sont pas inclus dans les demandes matières car ils sont des intermédiaires vers la demande finale. Leurs coproduits apparaissent dans les disponibilités.

$\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$, $\Delta 4$ sont détaillés par la suite à travers les trois pressions principales (pétrole, certificats verts, quotas CO₂). Ils varient principalement selon les moteurs indiqués. Il s'agit de différences en quantités dans la mesure où elles peuvent être calculées. Chaque sous-section ultérieure détaille également le prix que ces quatre utilisateurs du bois-énergie pourraient être disposés à payer dans plusieurs scénarios.

3.1 La demande des particuliers en bois-énergie

3.1.1 Élasticité et équation de demande

L'élasticité de x par rapport à y indique la variation procentuelle de x suite à une variation de 1% de y . L'élasticité prix de la demande de bois de chauffage par exemple indique de combien se modifie cette demande suite à un changement du prix de 1%. Il s'agit de l'élasticité propre. L'élasticité croisée se réfère à une variation des quantités demandées suite à un changement d'un autre prix, par exemple, celui du mazout de chauffage.

FAO (2001) spécifie un modèle appelé GFPOS (Global Forest Products Outlook Study) où ces élasticités sont utilisées dans le cadre d'équations d'offre ou de demande. Certains propriétaires de bois sur pied, les industries de la pulpe et du papier, des panneaux et de l'électricité, et les particuliers sont caractérisés par une telle équation dans le modèle de la FAO. Néanmoins, les données actuelles du secteur en Belgique ne permettent d'utiliser ces équations que pour les particuliers. L'équation spécifiée par la FAO est :

$$\ln(q_t) = \alpha + \beta \ln(p_t/i_t) + \gamma \ln(y_t) + \delta \ln(q_{t-1})$$

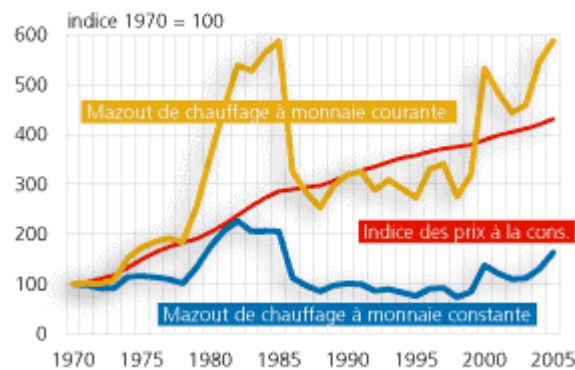
Où l'indice t représente le temps en années, q les quantités, p le prix relatif à q , i un indice de prix, y le revenu réel (mesuré par le PIB wallon dans le cas de la présente application). Les lettres grecques sont des coefficients court terme (1 an), avec $\beta = -0.11$ (élasticité de court terme au prix), $\gamma = -0.45$ (élasticité de court terme au revenu), $\delta = 0.7$ (persistance de l'effet des chocs passés). Ces coefficients sont estimés par FAO (2001) à partir de leur propre système de données, publiquement disponible à l'adresse :

<http://www.fao.org/forestry/foris/webview/forestry2/index.jsp?siteId=2401&sitetreeId=6767&langId=1&geoId=0>

Ces élasticités sont entachées de problèmes dus à la qualité des données et aux méthodes économétriques employées (variables explicatives manquantes, non prise en compte de la co-intégration...). Elles sont utilisées ici parce que d'autres données ne sont pas disponibles. Le modèle doit ensuite être calibré sur base des données wallonnes présentées dans l'ensemble de ce document. Ensuite plusieurs scénarios de simulation peuvent être exécutés en fonction par exemple de différents niveaux des prix du pétrole. Ces points sont développés ci-dessous.

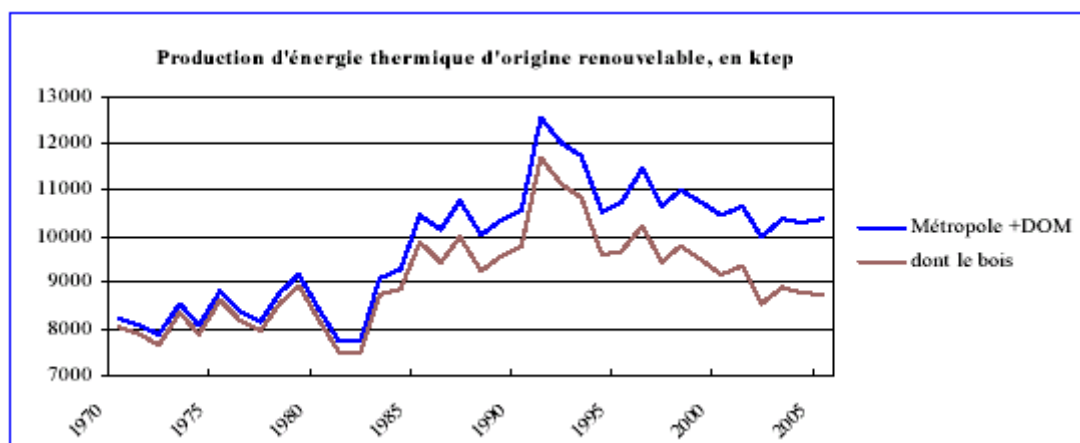
L'élasticité prix du bois de chauffage (-0.11) est particulièrement utile au présent modèle. Le bois de chauffage ne comprend que la bûche dans les catégories de bois-énergie puisque les granulés ou les briquettes étaient encore très marginaux au moment de clôture des données du modèle de la FAO. Ceci correspond au cas wallon puisque le parc des appareils de chauffage au bois est encore très largement dominé par des appareils au bois. Si la demande de bois de chauffage n'est motivée que par l'énergie, alors toute altération des prix des autres combustibles peut être vue comme un changement du prix relatif du bois, et donc le changement correspondant de quantité peut être inféré. Par exemple, lorsque le prix du mazout de chauffage augmente de 25%, le prix du bois de chauffage est relativement moins cher de 20% ($100/125=80$),¹ et donc la demande court terme augmentera de $(-20)*(-0.11)=2.2\%$ la première année de l'augmentation et de façon décroissante par la suite jusqu'à atteindre 7.8% à long terme. Il est intéressant de mettre en parallèle les deux graphiques suivants.

Figure 6 Evolution des prix du mazout de chauffage en Belgique



Sources : reproduit de MAE, INS (Belgique)

Figure 7 Production d'énergie thermique en France et Départements d'Outre-Mer



Source : reproduit de DGEMP (France)

¹ En supposant une efficacité semblable des systèmes de chauffage. L'efficacité moyenne des installations de chauffage au bois a été estimée par l'ADEME à 30 à 40% (Programme Bois-énergie 2000-2006).

En termes réels, le mazout de chauffage voit son prix augmenter fortement au début des années 80. Ce choc est temporaire et dure jusqu'en 1986 approximativement. Suite à ce choc, on observe nettement, avec un délai, une hausse de la production de chaleur à partir de bois (provenant essentiellement des ménages) qui culmine au début des années 90 pour redescendre ensuite lentement. Ce type de comportement est tout à fait celui prédit par le modèle de la FAO qui indique une élasticité de court terme relativement faible, mais une persistance de l'effet des chocs temporaires.

3.1.2 Volume demandé

La consommation de bois-énergie par les ménages est mal connue principalement parce que 60% de ce bois (selon l'ADEME) n'entre pas dans le circuit commercial. L'Observatoire de l'énergie (français) et l'ADEME font précéder leurs statistiques du qualificatif suivant.

Il n'existe pas de statistiques régulières et exhaustives sur la production ou la vente de bois de chauffage. Il est de plus très difficile d'estimer les stocks de bois constitués par les particuliers. De ce fait on estime par convention, que la production de bois-énergie dans le secteur domestique est égale à sa consommation, ce qui revient à considérer que les variations de stocks sont négligeables.

Plusieurs estimations de la consommation de bois de chauffage ont été réalisées. En premier lieu, Ministère de la Région Wallonne (2000) estime que la production de bois de chauffage en RW était d'environ 385 000 m³ pour la période 1993-1995. Ensuite, les prédictions du modèle GFPOS de la FAO (2001) indiquent un volume de 439 000 m³ pour la Belgique et le Luxembourg, ce qui est assez compatible avec le chiffre précédent. Lecomte *et al.* (2002) estiment une production de *bois de feu* de 520 000 m³ en feuillu et de 230 000 m³ en résineux, soit le double du précédent. Le Bilan Energétique wallon 2003 estime la consommation de bois-énergie par les ménages à 93 ktep PCI, soit 744 000 stères. Le Bilan Energétique wallon 2005 (volet énergies renouvelables publié en octobre 2006) l'estime à 98.7 ktep PCI, soit 790 000 stères.

L'évolution de la demande dans la dernière décennie est mal connue. D'un côté, le Centre (français) d'Essais et de Recherche de l'ENTente Interdépartementale (www.ceren.org) estime que la consommation de bois en France en 2004 a décliné de 15% par rapport à 1995. Cette baisse tendancielle de la consommation de bois proviendrait essentiellement de la diminution du nombre de ménages utilisant des appareils de chauffage au bois. Le modèle de la FAO prévoit également une baisse de la consommation de bois de chauffage à partir de la deuxième moitié des années 90 jusqu'en 2010. D'un autre côté, les trois dernières enquêtes logements de l'INSEE font apparaître une tendance à la hausse de la consommation de bois (à climat normal) entre 1996 et 2001, qui fait suite à la réduction constatée entre 1992 et 1996 et ceci pour tous les types d'usages et en dépit d'une grande stabilité des prix du mazout de chauffage durant les années 90 (Figure 6). En région wallonne, il n'y a pas de chiffre direct sur les ventes d'appareils de chauffage au bois. Bien qu'il soit clair que les subsides actuels aient accru ces ventes, ils sont trop récents pour avoir affecté de façon significative le parc total. De plus, les subsides sont dirigés vers des poêles de haute efficacité, donc de moindre consommation. Par conséquent, l'effet du subside sur la consommation de bois est sans doute faible (plus de poêles qui consomment moins). On va considérer que la demande de bois de

chauffage a été stable ces dernières années, en correspondance avec des prix stables des produits pétroliers.

3.1.3 Calibrage

Le paramètre alpha du modèle de la FAO n'étant pas publié, il est nécessaire de le calibrer. Pour cela il faut connaître les valeurs de toutes les variables. Cette équation est spécifiée en m³ plein. On a vu que la demande de bois de chauffage ne concernait presque exclusivement que la bûche. Le volume de cette demande estimé ci-dessus est de 744 000 stères en 2003, soit 558 000 m³ plein et elle semble relativement constante hors choc pétrolier. Le PIB est mesuré en dollars états-uniens constants aux prix de 1987, basé sur le PIB en monnaie nationale, le taux de change et le déflateur états-unien du PIB. Le PIB wallon est de 67 284.4 millions d'euros en 2004 (source : BNB), le taux de change de l'euro au dollar états-unien en 2004 a été de 1.2438 (\$ pour un €; source : FED), le déflateur en 2004 par rapport à 1987 était de 1.495, soit un PIB wallon en millions de \$ de 1987 de 55 979.27. Le prix d'un stère de bûche a été estimé par la DGEMP à 37 €/stère en 2003, soit 30.8 \$ de 1987. La valeur du paramètre alpha est alors de -0.52.

Tableau 15 Calibrage de la demande de bûche en 2003

Variable	Valeur	Unité	Année	Source
Prix bois	49.3	€/ m ³ plein	2003	DGEMP
Prix gasoil	0.316	€/l	2003	SPF
Quantité	558 000	m ³ plein	2003	BEW
PIB wallon	55 979	millions de \$ de 1987	2004	BNB

Notes : L'élasticité correspond à un petit choc, les grands chocs induisent une réaction relativement moindre (propriété du logarithme). Hypothèse : efficacités énergétiques équivalentes entre les chaudières

La demande en bûche par les particuliers peut être simulée comme dans le Tableau 16 où on a supposé que le prix du gasoil se stabilisait à son niveau de 2005. On remarque que la demande en bois de chauffage continue à croître après la stabilisation du prix du gasoil. Ceci est dû à l'effet "retard" via le terme $\delta \ln(q_{t-1})$ dans l'équation de demande. Ce terme est dû à l'existence de coûts d'ajustement, par exemple, la durée d'amortissement des chaudières. Le tableau part de la dernière année de stabilité des prix pétroliers pour pouvoir estimer l'effet à long terme du choc pétrolier en 2004-2005. Les quantités de bois prédites en 2005 correspondent à celles du Bilan Energétique, soit environ 597 000 m³ (environ 800 000 stères).

Tableau 16 Effet dynamique à PIB constant & gasoil stable après 2005

Année	Bois		Gasoil		Quantité (m ³)		
	Prix implicite	% t-1	Prix	% t-1	Inféré	% t-1	% cumulé
2003	49.3		0.316		558 000	0	0
2004	41.5	-16.0	0.376	19.0	568 773	1.9	1.9
2005	30.2	-27.1	0.516	37.2	596 862	4.9	7.0
2006	30.2	0.0	0.516	0.0	617 345	3.4	10.6
2007	30.2	0.0	0.516	0.0	632 100	2.4	13.3
2008	30.2	0.0	0.516	0.0	642 637	1.7	15.2
2009	30.2	0.0	0.516	0.0	650 118	1.2	16.5
2010	30.2	0.0	0.516	0.0	655 407	0.8	17.5
2011	30.2	0.0	0.516	0.0	659 134	0.6	18.1
2012	30.2	0.0	0.516	0.0	661 756	0.4	18.6

Dans le Tableau 17, on a supposé que le prix du gasoil poursuivait la même croissance qu'en 2004, soit environ 20% l'an.

Tableau 17 Effet dynamique à PIB constant & gasoil à +20% l'an

Année	Bois		Gasoil		Quantité (m ³)		
	Prix implicite	% t-1	Prix	% t-1	Inféré	% t-1	% cumulé
2003	49.3		0.316		558 000	0	0
2004	41.5	-16.0	0.376	19.0	568 773	1.9	1.9
2005	30.2	-27.1	0.516	37.2	596 862	4.9	7.0
2006	25.2	-16.7	0.619	20.0	629 851	5.5	12.9
2007	21.0	-16.7	0.743	20.0	667 271	5.9	19.6
2008	17.5	-16.7	0.892	20.0	708 855	6.2	27.0
2009	14.6	-16.7	1.070	20.0	754 477	6.4	35.2
2010	12.1	-16.7	1.284	20.0	804 115	6.6	44.1
2011	10.1	-16.7	1.541	20.0	857 825	6.7	53.7
2012	8.4	-16.7	1.849	20.0	915 724	6.7	64.1

Ces deux scénarios extrêmes sont représentés dans la figure 8.

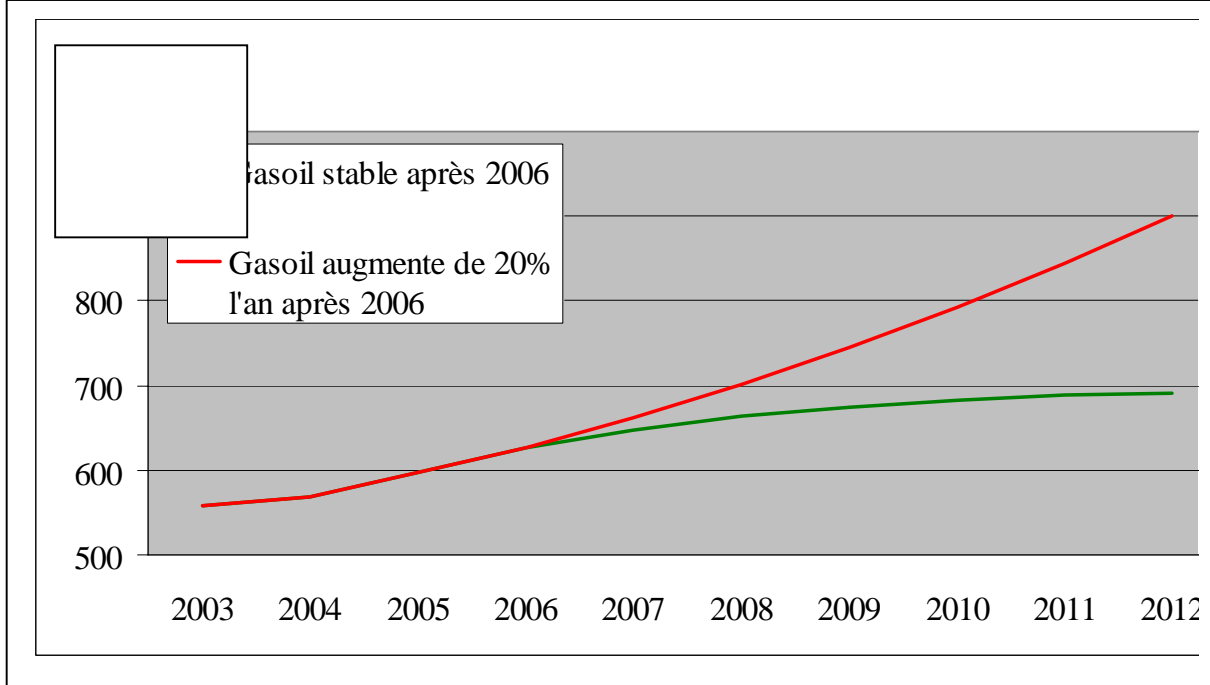


Figure 8 Consommation de bois de chauffage en 000 m³ plein

3.1.4 Synthèse sur la demande de bois de chauffage

En résumé de cette section, on voit qu'à l'horizon cinq ans, la demande des particuliers se fera de toute façon plus pressante même si les prix pétroliers se stabilisent aux niveaux de 2005 (en moyenne sur l'année). La simulation fait état d'un accroissement de la demande de bûche de près de 20% depuis l'année de calibrage (où les prix pétroliers venaient d'une longue période de stabilité). En 2006, la moitié de cet accroissement, soit 10%, est déjà réalisé, correspondant aux chocs pétroliers. Une situation semblable se produira dans les régions limitrophes à la Wallonie : les disponibilités matières se réduiront sans doute proportionnellement, voire même davantage en France où la consommation de bois chauffage est traditionnellement plus élevée.

3.2 L'électricité verte

Ce chapitre se base sur diverses publications de la CWaPE disponibles sur le site www.cwape.be.

3.2.1 Principes du certificat vert

Les certificats verts (CV) sont octroyés par la CWaPE à des producteurs wallons certifiés à raison d'un CV pour 456 kg d'émission de CO₂ évités, soit un MWh d'une turbine gaz vapeur moderne. Les fournisseurs d'électricité non verte doivent remettre trimestriellement à la CWaPE un nombre de CV correspondant au nombre de MWh fournis à leurs clients finaux situés en région wallonne multiplié par le quota en vigueur sous peine d'une amende de 100€CV non remis. Le quota valait 3% en 2003 et s'accroît d'un % l'an jusqu'en 2007. Par exemple, en 2005 (quota =5%), une fourniture trimestrielle de 1 000 MWh induisait l'obligation de remettre $0.05 * 1\ 000 = 50$ CV à la CWaPE. Le nouvel Arrêté du Gouvernement Wallon reconduit cette croissance d'un % l'an jusqu'en 2012.

Les fournisseurs conventionnels ont la liberté de racheter des CV auprès des fournisseurs verts ou d'installer leurs propres centrales vertes afin d'obtenir directement les CV de la CWaPE. Les volumes des projets réalistes connus à la CWaPE sont présentés dans le Tableau 18. Le CV est vendu librement sur le marché. Son prix moyen est publié trimestriellement par la CWaPE et s'établit environ à 90€CV, où il est prévu qu'il se maintienne.

Tableau 18 Prix et quantités des CV en RW

Période	Nombre de certificats verts			CO ₂ évité (T)	Électricité verte produite		Quota légal (%)	Transactions dont le prix est connu	
	octroyés	exigés pour le quota	rendus ^a		MWh	%		Prix moyen par CV (€)	CV échangés
2003	621 842			285 286	775 807	3.3	3	84.38	164 943
2004	715 163			326 114	872 075	3.7	4	91.47	327 479
2005	827 963	1 005 634	871 448	377 551	1 097 631	4.7	5	92.10	413 220
2006 Trim 1	338 582	339 680	265 006					92.08	132 064
2006 Trim 2	283 728								
2006 Trim 3 partiel	67 638								
2006	689 948	339 680	265 006	94 849	266 144		6		
Notes pour 2006	Non clôturé	Non clôturé	Non clôturé	Non clôturé	Non clôturé				

^a Les CV non rendus donnent lieu à des amendes.

Source: CWaPE

Le système du CV est donc un subsidie à la production d'électricité verte. C'est un des mécanismes de limitation des gaz à effets de serre mis en place par l'application du Protocole de Kyoto. Ce système crée une valorisation additionnelle pour le bois-énergie puisqu'une partie de l'électricité verte est produite par la combustion de biomasse, dont la plus grande partie est du bois. On distingue deux types de systèmes de production d'électricité à partir de biomasse : (i) la combustion *directe* (essentiellement, combustion de granulés de bois dans la

centrale des Awirs) ou (ii) la combustion *avec cogénération* (production conjointe de chaleur et d'électricité pour autant que la chaleur soit utilisée localement de manière efficace).

3.2.2 Prix du bois-énergie à finalité électrique en RW

Trois types d'acteurs sont liés à l'électricité verte en RW : les producteurs d'électricité conventionnelle (non-verte), les producteurs intégrés d'électricité verte et les producteurs non-intégrés d'électricité verte. On appelle "intégrés" des producteurs d'électricité verte qui étaient déjà présents dans le secteur du bois avant l'introduction des CV et qui valorisaient occasionnellement leurs coproduits en les brûlant. On appelle producteurs "non intégrés" d'électricité verte de nouveaux acteurs qui souhaitent exploiter les coproduits des industries de première et seconde transformation du bois.

Producteurs d'électricité conventionnelle

C'est le prix de l'amende qui détermine le maximum qu'un fournisseur conventionnel pourrait être disposé à payer pour un CV, et donc implicitement, le prix maximum du bois-énergie en RW. On peut faire le calcul suivant. Un CV vaut un MWh, ne pas rendre ce CV à la CWaPE implique une amende de 100€, acheter ce CV coûte actuellement 92€

Pour estimer le prix maximum qu'un électricien conventionnel pourrait payer pour du granulé (dans les faits, seul Electrabel est un acteur pertinent ici — SPE n'ayant pas de centrale au bois), on fait le calcul suivant. 220 kg de granulé ont un PCI d'un MWh. Les centrales électriques ayant une efficacité de l'ordre d'un tiers, il faut 666 kg de granulés pour produire un MWh. Le granulé représente l'essentiel des *frais variables*. Le fournisseur doit également faire face à une série de *frais fixes* qui dépendent de la taille de l'installation et du coût du capital. Pour référence (voir par exemple le site web d'EDF), le MWh de charbon revient à 30 à 60€/MWh pour un coût de capital entre 5 et 15% (taux d'intérêt) et le charbon à 40 à 80 \$/t (en 2002). Le charbon ayant un PCI de 7.2 à 7.8 kWh/kg, il en faut environ 384 kg pour un MWh (en considérant le même rendement), c'est-à-dire 15 à 30\$ ou encore environ 12 à 24€ de frais variables. En prenant pour simplifier des valeurs médianes de 18€/MWh pour les frais variables et de 45€/MWh pour le coût de revient total, la part des frais fixes revient approximativement à 27 €/MWh.

Les frais de conversion d'une centrale au charbon vers une centrale aux granulés de bois ont été estimés dans Woodsustain (2001) à 100 à 500 €/kW, soit 8 à 40 millions € pour une centrale comme Awirs 4, avec une capacité de fourniture de 625 000 MWh/an. En prenant une valeur médiane de 24 millions € amortis en 20 ans, soit 1.2 millions par an, approximativement 2€/MWh. Les frais fixes de production médians s'élèvent donc à 29 €/MWh (27+2).

Au prix actuel du CV (92€), 660kg de granulés (1 MWh) pourraient donc coûter jusqu'à (92-29=) 63€, soit 95€T, valeur au-dessus de laquelle le producteur d'électricité préfère acheter des CV plutôt que de produire l'électricité verte lui-même. Le prix maximum auquel pourrait s'élever le CV est le montant de l'amende, soit 100€; à ce prix, le granulé pourrait coûter jusqu'à 108€T. Au prix actuel du pellet en Wallonie, 160 €T (Tableau 12), le système du CV n'est donc pas suffisant pour induire un changement chez les producteurs d'électricité. Electrabel achète le granulé à 90€/t départ fournisseur en l'important du Canada et les

électriciens sont également soumis au quota CO₂ (voir section 3.3), ce qui pourrait induire à penser qu'en combinant le CV et les quotas CO₂, les électriciens pourraient être intéressés par le bois. Ce point est examiné plus en détails dans la section sur les quotas CO₂.

Prix des plaquettes pour un producteur intégré

Le CV permet une réduction de la facture énergétique pour tous les acteurs de la filière bois qui adoptent la cogénération. Supposons le cas d'un transformateur du bois qui utilise ses coproduits sous forme de plaquette pour son chauffage. S'il décide de valoriser ses coproduits par la cogénération, quelle est la valeur de la T de plaquette ?

Supposons pour simplifier les calculs que ce producteur disposait d'une chaudière relativement peu efficace avec un rendement chaleur de 50%. Une installation de cogénération a un rendement chaleur de l'ordre de 50% et un rendement électrique de l'ordre de 20% (ICEDD), le reste étant dissipé. Avec le même combustible que celui utilisé pour le chauffage, il produit 20% d'électricité, soit 20% de 3 000 KWh par T de plaquette (Tableau 29) = 600 KWh.

Le principe de l'octroi de CV est d'éviter l'émission correspondant à un MWh d'électricité par une turbine gaz vapeur, soit 456 kg de CO₂. La cogénération bois émet très peu de CO₂ car on considère que l'émission par la combustion du bois vaut zéro, le carbone ayant été antérieurement fixé. Le nombre de CV par MWh produit peut varier pour le bois entre 1 et 2 (2 étant le maximum légal) et dépend de la puissance produite (voir CWaPE). Dans le cas considéré, le producteur ne doit pas transporter le bois, ce qui réduit d'autant ses émissions ; en revanche, le broyage et le séchage du bois produisent du CO₂ qui sera pris en compte lors du calcul du CV. Pour simplifier, prenons un taux de 1.6 CV par MWh (taux moyen, voir Tableau 20). Donc, l'énergie d'une T de plaquette (3 MWh) est transformée pour 20% en électricité pour laquelle on obtient 1.6 CV/MWh, soit pour 1 T de plaquette 20% de 3 MWh * 1.6 = 0.96 CV. Ces CV sont vendus à 92€ pièce, le contenu énergétique d'une tonne de plaquette donnera donc droit à 0.96 CV, soit encore 88 €. A ce montant s'ajoute la vente ou l'autoconsommation de la chaleur et de l'électricité. Il ne s'agit toutefois pas d'une rentrée financière nette, loin de là. Le producteur vert doit amortir son installation, en payer les frais d'entretien, de fonctionnement et de maintenance. La plupart du temps, le coût marginal de la tonne de plaquette permettant de rentabiliser une installation est très en dessous de ces 88 €. Il faut aussi signaler les difficultés techniques qui ne permettent pas un passage 'systématique' aux technologies de cogénération. Pour des simulations détaillées, le lecteur est invité à consulter le site de l'Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable <http://www.icedd.be/>.

Par ailleurs, le producteur économise tout ou partie de ses frais de chauffage et tout ou partie de ses frais d'électricité, selon les cas. En général, il peut y avoir une différence puisque l'installation de cogénération a des rendements qui ne correspondent peut être pas aux consommations du producteur. Celui-ci peut donc installer une cogénération pour couvrir tous ses besoins de chaleur et produire trop ou trop peu d'électricité, ou l'inverse. Etant donné la valeur du CV, il a intérêt à créer une situation où il a un excès à vendre. Si c'est de l'électricité, le fournisseur d'électricité a l'obligation de la racheter (en moyenne à 30€/MWh), la valorisation est donc très facile puisque l'électricité produite est directement remise sur le réseau. Si c'est de la chaleur, il faut trouver des débouchés locaux.

Le principe de l'octroi des CV est la cogénération de qualité, évitant tout gaspillage d'énergie ou de matière. Donc, un projet de cogénération dans lequel le producteur brûlerait tous ses

coproduits pour percevoir les CV ne serait pas accepté. Néanmoins, si le producteur parvient à trouver des débouchés pour la chaleur, comme par exemple la fabrication de pellets, rien n'empêche a priori qu'il valorise tous ses coproduits par le CV. Le cas des producteurs non-intégrés présenté ci-dessous détaille cette possibilité.

Même si la cogénération intégrée paraît profitable, en particulier pour les scieurs ou la seconde transformation, les projets jusqu'en 2012 ne semblent pas concerner beaucoup plus que les quantités déjà utilisées par ces acteurs à des fins énergétiques (autoconsommation). Les quantités autoconsommées ont été évaluées à 26% des coproduits de scierie et de seconde transformation dans Woodsustain (2001), soit 720 000 m³ équivalent bois plein ou 1440 000 MWh en terme énergétique ou, s'il s'agit de plaquettes grises à environ 3.6 MWh/T, 400 000 T/an de plaquettes grises. En 2004, la production d'électricité verte qui proviendrait du bois correspondait à environ 80% de la production par cogénération biomasse soit 80% de 187 200 MWh (Tableau 20) ou 41 600 T d'équivalent plaquettes grises. La majeure partie de cette production vient de Burgo Ardennes avec environ² 30 MW sur les 41 installés en région wallonne en 2004 ; le reste, soit environ 11 000 T d'équivalent plaquettes grises provient d'acteurs intégrés. L'accroissement maximum prévu (voir section suivante) de consommation de bois en cogénération est de 400 000 T d'équivalent plaquettes grises (voir section suivante), soit l'équivalent des quantités autoconsommées.

La cogénération intégrée ne devrait donc pas influencer les prix ou les quantités pour le moment ; à terme, il pourrait en être autrement : si le prix du CV se maintient, il faut en effet s'attendre à un grand nombre de projets de cogénération et donc à une réduction importante de la disponibilité matière pour les acteurs en aval (papeteries, panneauteries...).

Il faut aussi remarquer que la prime à l'installation de chaudière n'a pas nécessairement un effet sur la disponibilité matière dans le secteur par le même argument que pour le bois de chauffage : plus d'entreprises sont incitées à installer une cogénération, mais elles ont une efficacité énergétique plus élevée.

Prix des plaquettes pour un producteur non-intégré

Dans la plupart des cas, le principe de ce type de projet est d'utiliser des coproduits de la première et deuxième transformation du bois dans une installation de cogénération pour produire de l'électricité et de la chaleur qui seront elles-mêmes (surtout la chaleur) utilisées dans la fabrication de pellets. Il existe d'autres types de projets non intégrés, sans fabrication conjointe de pellets ; ceux-ci semblent toutefois marginaux.

Nous nous limiterons donc à étudier la rentabilité d'un projet non intégré avec fabrication de pellets ; les sources de données qui ne sont pas indiquées sont confidentielles; les données sont réelles mais maquillées pour préserver la confidentialité. Il faut 300 000 T de plaquettes pour alimenter une unité de cogénération qui produit environ 100 000 MWh annuellement, soit environ 180 000 certificats verts. L'unité de cogénération produit également de la chaleur qui permet de fabriquer 260 000 T de pellets à partir de 480 000 T de sciure humide par an. L'investissement de base s'élève à environ 60 millions d'euros, l'emploi à 80 équivalents temps plein à des degrés de qualification divers.

² Burgo utilise essentiellement la liqueur noire, produite et brûlée de toute façon dans le processus normal de fabrication du papier.

Tableau 19 Rentabilité annuelle d'une installation de cogénération non intégrée (€/an)

Principaux revenus		Principaux frais	
Vente de pellets (150€/T, voir Tableau 12 en retirant 10€/T pour le transport)	39 000 000	Coût de l'investissement (10%/an)	6 000 000
Vente d'électricité (30€/MWh, source ICEDD)	3 000 000	Coûts salariaux (80 emplois)	4 000 000
		Achats plaquettes (40€/T, voir Tableau 12)	12 000 000
		Achats sciure humide (34€/T, voir Tableau 12)	16 320 000
		Autres coûts difficiles à chiffrer (entretien...)	?
Total revenu hors certificats verts	42 000 000	Total coût	>38 320 000
Certificats verts (au prix actuel de 92€/CV)	16 560 000		
Total revenu	58 560 000		

Il apparaît donc que les projets non-intégrés de cogénération visant la production jointe d'électricité et de pellets sont peu rentables sans le système des certificats verts ; la clef du système réside donc dans la possibilité d'obtenir un grand nombre de CV. Avec les CV, le projet devient clairement rentable, et pourrait encore supporter des hausses des prix des matières premières (plaquettes, sciures) de l'ordre de 50% (**soit 60€/T de plaquettes, 50€/T de sciure**) sans entrer vraiment dans le rouge.

Néanmoins, de tels projets ont été exclus des calculs de la CWaPE relativement à l'équilibre sur le marché des CV (Voir Proposition de la CWaPE sur les nouveaux quotas applicables à partir du 1^{er} janvier 2008). Si l'on compare le volume de CV obtenu par un tel projet de cogénération (180 000) au volume du marché des CV en RW (environ 700 000 en 2006, voir Tableau 18), on peut s'attendre à des baisses de prix du CV qui induiraient à leur tour une baisse du nombre de tels projets.

3.2.3 Demande de bois-énergie pour la production d'électricité

Fin 2005, 105 sites de production d'électricité verte répondaient aux conditions d'octroi des CV pour une puissance totale d'environ 447 MW (voir CWaPE bilan 2005), dont 96.2 MW pour la combustion biomasse (y compris Awirs 4 : 80 MW) et 46.5 MW pour la cogénération biomasse (y compris Burgo Ardennes près de 30). Environ 80% des sites de cogénération biomasse utilisent le bois (soit 37.2 MW). Pour le futur, la CWaPE envisageait deux scénarios. Dans le premier, seuls les projets en cours de réalisation ou déjà autorisés sont pris en compte. Dans le second, des projets moins avancés sont pris en considération.

Scénario 1 – développement minimal des projets identifiés. En ce qui concerne la biomasse, l'unité 4 de la centrale électrique des Awirs fonctionnant auparavant au charbon est convertie en une installation fonctionnant aux granulés de bois. En ce qui concerne la cogénération biomasse, 13 sites sont retenus pour la période 2005-2012 dont plus de la moitié sont déjà en fonctionnement ou en cours de construction. Selon la CWaPE, c'est ce scénario qui se réalisera. Il correspond à une augmentation annuelle moyenne de 1% du quota.

Scénario 2 – dans ce scénario, tous les projets identifiés fin 2005 au niveau de la CWaPE se réalisent. En combustion biomasse, un second projet de conversion d'une unité d'une centrale électrique fonctionnant auparavant au charbon en une installation fonctionnant à partir de granulés de bois (pellets) est pris en compte ; néanmoins, suite à la nouvelle réglementation, les CV ne pourraient être obtenus que pour les 20 premiers MW, ce qui rend cette conversion très improbable. Le scénario 2 correspond à une augmentation annuelle du quota de certificats verts de 3% l'an de 2008 à 2012.

Le Tableau 20 résume les capacités en place de d'électricité verte et les scénarios d'accroissement.

Tableau 20 Production d'électricité verte et scénarios d'accroissement

	Nombre de sites	Puissance nette développable (MW)	CV / an	MWh vert/an	Taux moyen (CV/MWh)
Installations existantes en 2004					
Installé en 2004, dont		306	715 000	872 000	0.82
Combustion biomasse	105	16	86 000	86 500	0.99
Cogénération biomasse		41	208 000	187 200	1.11
Projets 2005-2012 : Accroissements par rapport à 2004					
Scénario 1, dont	71	505.33	1 691 797	1 849 581	0.92
Combustion biomasse	2	80.25	419 949	625 875	0.67
Cogénération biomasse	13	23.78	280 302	172 320	1.63
Scénario 2, dont	340	938.82	3 319 092	4 104 987	0.81
Combustion biomasse	3	110.25	576 729	859 875	0.67
Cogénération biomasse	41	54.85	653 813	394 390	1.66

Source : CWaPE et calculs des auteurs

Les projets de cogénération biomasse ne sont pas détaillés en terme de puissance par type de biomasse. Ils ne fonctionnent donc pas tous au bois. Néanmoins, on sait que 80% de la puissance actuelle générée par cogénération biomasse vient du bois. Pour simplifier, on va supposer que cette proportion se maintient dans les projets futurs. L'accroissement de la production d'électricité verte par cogénération bois est donc estimée en se servant du Tableau 20 à 80% de 172 320 = 137 856 MWh/an pour le scénario 1 et 80% de 394 390 = 315 512 MWh/an pour le scénario 2.

Le bois-énergie utilisé en combustion biomasse consiste essentiellement en pellets. La nature exacte du bois-énergie utilisé en cogénération bois n'est en général pas la même dans tous les projets et n'est pas connue. Pour simplifier, toutes les capacités vont être exprimées en plaquettes grises (coproduits de scieries). Sur base de ces hypothèses, on peut estimer les besoins annuels en bois-énergie dans les deux scénarios à l'horizon 2012 de la façon suivante.

Scénario 1 :

- La combustion biomasse croîtrait par rapport à 2004 de 625 875 MWh/an, soit **408 000 T/an de pellets** avec un PCI de 4600 kWh/T et une efficacité d'un tiers pour la chaudière. Cette quantité correspond au contrat actuel d'Electrabel : 1100 T/jour à 300 jours/an \cong 400 000 T/an. Cette quantité ferait l'objet d'un contrat d'importation du Canada, Electrabel achèterait à 90€/t de pellets départ fournisseur.
- La cogénération bois croîtrait par rapport à 2004 de 137 856 MWh/an. La conversion en plaquettes grises dépend de la chaleur et des pertes produites par le processus de cogénération. En prenant les taux indicatifs de l'ICEDD, pour 100 kWh entrant, 25 sont

perdus, 22 sont transformés en électricité et 53 en chaleur. Pour produire ces 137 856 MWh électrique par an par cogénération bois, il faudrait donc environ l'équivalent de 625 000 MWh de bois, soit, s'il s'agit de plaquettes grises à environ 3.6 MWh/T, **174 000 T/an de plaquettes grises.**

Scénario 2 :

- La combustion biomasse croîtrait par rapport à 2004 de 859 875 MWh/an, soit environ **561 000 T/an de pellets.**
- La cogénération bois croîtrait par rapport à 2004 de 315 512 MWh/an, ce qui requerrait près de **400 000 T/an de plaquettes grises.**

En 2004, la puissance installée était de 16 MW pour la combustion biomasse et 32.8 (80% de 41) pour la cogénération bois, avec une production de 86 500 et 187 200 MWh/an, respectivement. Par les mêmes calculs que dans le paragraphe précédent, ces productions représenteraient respectivement 56 400 t de pellets (en réalité, cette puissance n'est guère alimentée par le bois) et 236 000 t de plaquettes grises.

En 2005, première année des scénarios, ont été certifiés :

- Pour la *combustion biomasse*, la conversion de Awirs 4 avec 80MW. Le scénario 1 est donc réalisé dès 2005 en terme de capacité, mais la production n'a pas été au maximum du potentiel (voir CWaPE : bilan 2005 et Proposition sur quotas futurs). Au total, la capacité est de 96MW mais la production n'a été que de 262 300 MWh, ce qui représente 171 000 T de pellets ;
- Pour la *cogénération biomasse*, une capacité de 4.27 MW réparties entre 5 installations dont 2 au bois. La capacité cumulée est de 46.5 MW. La production a été de 243 500 MWh. Par hypothèse, cette production proviendrait du bois à raison de 80%, soit 195 000 MWh ou 248 000 T de plaquettes grises.

Finalement, les CV ne concernent que les clients finaux situés en RW, donc pas toute la production électrique wallonne. On observe dans les statistiques de la CWaPE que cette demande est stable à 23 500 GWh livrés en 2003, 2004 et 2005, bien que la production totale d'électricité d'origine wallonne soit en constante augmentation. On va donc supposer que cette demande reste stable à l'horizon 2012.

Ces informations sont résumées dans le Tableau 21. Les quantités indiquées de plaquettes sont abstraites puisque toutes les installations de cogénération n'emploient pas ce combustible.

Tableau 21 Quantité de bois-énergie utilisée en biomasse et cogénération

Période	Livraison clients finaux RW (GWh)	Quota légal %	GWh verts requis	Scénarios	Production verte GWh	Combustion biomasse		Cogénération bois	
						GWh	Pellets (T)	GWh	Plaquettes grises (T)
2003	23 500	3	705		776				
2004	23 500	4	940		872	87		187	236 000
2005	23 500	5	1 175		1 098	262	171 000	195	248 000
2012	23 500	12	2 820	Scénario 1	2 722	712	469 000	325	410 000
				Scénario 2	4 977	946	623 000	503	634 000

Source: calculs basés sur CWaPE et ADEME

Les projets de cogénération à partir de bois repris dans le Tableau 21 sont principalement issus d'acteurs déjà présents dans l'industrie du bois, dont Burgo Ardennes avec 30 MW de

cogénération sur les 45 MW existants (approximativement). Il faut s'attendre, si le prix du CV se maintient, à ce que tous les acteurs de seconde transformation du bois (scieurs, papetiers, panneautiers, industriels de la menuiserie, du meuble, ...) utilisent à terme leurs coproduits pour la cogénération. Une part importante de ces coproduits est déjà brûlée pour les besoins en chaleur, mais l'incitant financier induit par le CV pourrait faire augmenter cette part, possiblement jusqu'à 100%. L'effet du CV est donc principalement de permettre à des entreprises existantes d'exploiter leurs coproduits à des fins énergétiques. En ce sens, il y a moins de bois disponible pour les industries du papier et des panneaux, mais d'un autre côté, en ayant recours à la cogénération, elles diminuent leur facture énergétique.

3.2.4 Synthèse sur le certificat vert

Il faut distinguer trois types d'acteurs qui profitent du système du CV. Les électriciens, les acteurs intégrés (déjà présents dans la filière avant l'apparition du CV) et les acteurs non intégrés (qui créent de nouvelles capacités).

Pour les électriciens, il n'est actuellement pas rentable de fabriquer de l'électricité verte à partir de pellets belges. Toute la demande doit donc être importée.

Les acteurs intégrés (scieries, deuxième transformation) reçoivent une opportunité à travers le CV estimée à une plus value de 88 €/T de plaquette (ou équivalent coproduit bois) une fois leurs investissements amortis ; c'est-à-dire, au cours actuel de 92 €/CV, le soutien via les certificats verts est de 88€/t (plus la valeur, inchiffrable, de l'économie d'énergie et de la vente d'électricité moins les frais d'amortissement, de maintenance et de production). Bien que la valeur marginale soit la plupart du temps très inférieure à 88 € elle semble offrir aux acteurs intégrés un potentiel de prix de la plaquette supérieur au prix actuel. Ces acteurs utiliseraient principalement des coproduits qu'ils brûlaient de toute façon ; les projets ne semblent donc pas réduire les possibilités matières des autres acteurs de la filière pour le moment mais il faut s'attendre à terme à ce que plus de coproduits soient valorisés par le biais du CV.

Des acteurs non intégrés installent des capacités de fabrication d'électricité par cogénération et utilisent la chaleur pour fabriquer des pellets. Ces capacités ne seraient sans doute pas rentables sans le CV. Ces projets n'en sont qu'à leurs débuts néanmoins et il n'est pas possible de connaître les capacités totales qui seront installées dans les prochaines années, d'autant plus que certains entrepreneurs pourraient être optimistes en ce qui concerne les disponibilités matières. Ces acteurs pourraient sans doute supporter, au prix actuel du CV de 92€, jusqu'à 60€/T pour les plaquettes et 50€/T pour la sciure, soit une hausse de 50% des prix actuels. D'autres types de projets non intégrés existent mais semblent marginaux.

On ne dispose pas de suffisamment de recul à l'heure actuelle pour pouvoir évaluer comment réagiraient les acteurs de la filière à une modification du prix du certificat vert.

3.3 Les quotas de CO₂

3.3.1 Le Protocole de Kyoto

Les sources de la présente section se trouvent principalement sur le site : http://www.climatechange.be/climat_klimaat/fr/quotasCO2.html#PBAQE.

Le Protocole de Kyoto a pour but de faire baisser les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans chaque pays grâce à des mesures et une politique propres à chacun de ceux-ci (production d'électricité verte, normes d'isolation pour les habitations, promotion des transports en commun...). En plus, le Protocole a prévu des mécanismes de flexibilité, qui devront permettre aux pays d'atteindre leur objectif de réduction d'une façon plus économique :

Le système d'échanges de quotas d'émission ou Emission trading (voir <http://www.climateregistry.be/FR/INTL/emissie.htm>),

L'exécution conjointe (Joint Implementation – JI) : dans ce cas, un pays investit dans des projets de réduction d'émissions dans un autre pays industrialisé, en échange de quotas d'émission supplémentaires,

Le mécanisme pour un développement propre (Clean Development Mechanism – CDM) : ce mécanisme permet des investissements dans un projet de réduction d'émissions dans un pays en voie de développement qui génèrent également des quotas d'émission supplémentaires.

Le JI et le CDM sont pour l'instant balbutiants en Belgique et n'ont sans doute aucune incidence sur le bois-énergie. Il pourrait en aller autrement pour l'émission trading. Les objectifs d'émissions du Protocole attribuent à chaque pays signataire un quota de GES qui peut être rejeté annuellement par le pays en question dans la période 2008-2012. Pour la Belgique, ces quotas impliquent que les émissions des gaz à effet de serre doivent diminuer de 7.5% par rapport au niveau d'émissions de 1990. Si un pays réalise une réduction d'émissions plus importante que celle qui lui a été imposée, il crée un surplus. Le Protocole permet alors de vendre ce surplus sur un marché mondial.

Ce système est appelé un "échange d'émissions" ou "emission trading". Grâce à ce système, les efforts sont répartis d'une façon efficiente, c'est-à-dire bon marché. Les pays qui sont à même de livrer, d'une façon bon marché, plus d'efforts qu'ils ne devaient, le feront effectivement puisqu'ils pourront alors vendre les droits d'émission excédentaires. On permet aux pays qui risquent, malgré leurs efforts, de ne pas satisfaire à cette norme, de satisfaire à leurs obligations pour un prix raisonnable en achetant des droits d'émission. Le résultat global est le même mais les coûts totaux sont moins élevés.

En anticipant sur l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto, l'Union européenne a introduit à partir de 2005 un système qui organise l'échange des émissions entre les entreprises (Directive 2003/87/CE). Ce système est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2005. Il a fallu établir préalablement la quantité de droits d'émission attribuée initialement à chaque installation rejetant des émissions de CO₂. En Belgique, les autorités fédérales et les Régions jouent un rôle dans cette attribution. Chaque installation qui rejette du CO₂ se voit attribuer une quantité

de droits d'émission pour la période 2005-2007. Cette attribution est reproduite pour certaines entreprises pertinentes pour le bois-énergie au Tableau 22.

Durant la période 2005-2007, l'émission trading n'a lieu qu'à l'intérieur de l'UE. Pour la première période mondiale du Protocole de Kyoto, 2008-2012, un nouveau plan d'attribution est nécessaire. Le registre belge des droits d'émission a été lié officiellement au système européen des registres fin 2005, et regroupe actuellement les données de plus de 300 titulaires de comptes. La première transaction belge sur le marché européen a alors pu être exécutée. Un site web spécial : www.climateregistry.be est dédié au registre. Le registre national remplit les fonctions suivantes :

Assigner des quotas d'émission aux exploitants. L'exploitant d'une installation reçoit sur son compte une quantité de quotas d'émission. Cette quantité définit la quantité totale de CO₂ que l'installation est en droit d'émettre durant une période donnée.

Rendre possibles les échanges entre quotas d'émission. Le registre offre la possibilité au titulaire d'un compte de dépôts d'effectuer des échanges nationaux ou internationaux vers d'autres comptes. Il rend donc possible l'émission trading.

Tenir une comptabilité et permettre le contrôle. Pour les autorités compétentes, le registre national est un instrument de contrôle qui leur permet de suivre la bonne exécution des obligations environnementales des exploitations. Les émissions de CO₂ de chaque installation sont enregistrées dans le registre national par un vérificateur reconnu, suite à quoi l'autorité compétente valide les chiffres. A cet effet, l'exploitant de chaque installation doit rentrer chaque année un certain nombre de quotas d'émission correspondant à ses émissions de CO₂. Les quotas ainsi rentrés sont alors annulés. L'autorité compétente peut, via le registre national, vérifier que les exploitants ont rentré suffisamment de quotas d'émission et identifier ceux qui ne satisfont pas à leurs obligations.

Le Tableau 22 reprend le statut de conformité des installations soumises aux quotas CO₂ de quelques entreprises dont on connaît le lien au secteur du bois : électricité, cimenteries, panneaux, papeterie. De nombreuses autres installations sont inscrites au registre (principalement dans les secteurs suivants : agoria, alimentaire, brique, chimie, chaux, sidérurgie, verre). La consommation actuelle de bois par ces installations n'est pas connue (si elle n'est pas nulle).

Tableau 22 Statut de conformité registre de gaz à effet de serre de la Belgique – Région wallonne

Opérateur	Installation	Quotas attribués en 2005	Emissions vérifiées pour 2005	Quotas restitués 2005	Excès quota 2005 (%)
CBR	Cimenterie Antoing	930 933	608 635	608 635	35
	Cimenterie Harmignies	263 463	171 567	171 567	35
	Cimenterie Lixhe	1 304 487	1 059 929	1 059 929	19
CCB	Cimenterie Gaurain	1 490 571	1 511 543	1 511 543	-1
Electrabel	Amercoeur-Roux	623 143	610 146	610 146	2
	Baudour	680 027	748 004	748 004	-10
	Flemalle	808 261	394 640	394 640	51
	Bressoux	9 679	7 584	7 584	22
	Turbo Jet back up Turon	1 703	899	899	47
	Turbo Jet back up Cierreux	1 722	1 144	1 144	34
	Turbo Jet back up Deux Acren	1 676	1 033	1 033	38
	Cogénération Jemeppe	404 000	403 491	403 491	0
	Monceau	2 200 000	1 260 520	1 260 520	43
S.P.E.	Seraing	893 750	825 175	825 175	8
	Angleur TGV1	174 511	115 801	115 801	34
	Moncin Seraing	5 658	908	908	84
Spanolux	Vielsam	37 906	22 102	22 102	42
Burgo	Harnoncourt	154 683	120 890	120 890	22
RW		26 539 885	21 703 584	21 703 585	18
Belgique		58 311 087	55 354 096	55 380 417	5

Source : www.climateregistry.be

On voit que la plupart des installations sont en-dessous de leurs quotas 2005 (les quotas alloués seront les mêmes en 2006 et en 2007, mais devraient être réduits de 10% pour la période 2008-2012). Ceci ne signifie pas que les quotas CO₂ n'ont pas d'effets, d'abord parce que les entreprises ont vraisemblablement anticipé leur quota et investi en conséquence. De plus, les quotas excédentaires peuvent être vendus sur le marché européen à un prix variable. Les acteurs du secteur tablent sur une fourchette de 22 à 25 Euros par droit d'émission, c'est-à-dire par T de CO₂ (voir 'Addressing the adverse effects of market Power', a final report prepared for CREG, Frontier economics, Mars 2006, disponible sur www.creg.be/pdf/Studies/ARCG-080506-FE.pdf). Par conséquent, toutes les entreprises disposant de quotas d'émissions ont un incitant à réduire leurs émissions pour vendre leurs quotas excédentaires.

3.3.2 Le rôle du bois

Le bois peut jouer un rôle dans cette stratégie de réduction des émissions car il est considéré comme n'ayant pas d'émission. Toute entreprise présente sur le registre CO₂ peut donc être intéressée à substituer son combustible par du bois. En prenant une installation hypothétique qui utilise du charbon, par le Tableau 23 on voit qu'elle a besoin d'environ 2 kg de bois pour obtenir la même énergie qu'avec un kg de charbon. En considérant comme négligeables les coûts de transformation et en supposant la même efficacité thermique, cette entreprise

épargne 588 g de CO₂ par kWh (en négligeant les émissions de SO₂ et de NO_x), soit 4.25 kg de CO₂ épargné par kg de charbon. La T de CO₂ valant 25€, une T de charbon épargné vaut 4.25 * 25 = 106.25 € en terme d'émission trading. Le charbon vaut environ 50€/T, une entreprise du registre qui convertit une installation au charbon en une installation au bois est donc capable de payer la T de bois 75€((50+106)/2) puisqu'il faut 2T de bois pour obtenir la même chaleur qu'une T de charbon). Ce calcul est évidemment très approximatif puisque toutes les formes de bois n'ont pas le même pouvoir calorifique et surtout la conversion de l'installation peut être très complexe. Ci-dessous on va examiner deux cas.

Tableau 23 Emission de CO₂ par type de combustible

Combustible	Énergie	Rendement	Émissions			Kg CO ₂ par kg bois brûlé
	kWh/kg	%	CO ₂	SO ₂	NO _x	
	(1)	(2)	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
Charbon	7.23	60%	588	4.2	2.1	4.251
Fuel lourd	11.12	60%	468	11.98	1.5	5.204
Fuel domestique	11.68	60%	450	0.85	0.6	5.256
Gaz naturel	13.9	75%	273	n.s	0.81	3.795
Bois	3.34	60%	600	n.s	1.2	2.000
Ordures ménagères	1.95	60%	660	1.2	1.37	1.287

(1) Énergie thermique de combustion ; (2) Rendement moyen de chauffage de l'eau

Source : <http://www.outilssolaires.com/Glossaire/>

3.3.3 Deux exemples

Les cimenteries (sources : interviews avec FEBELCEM et des responsables de l'approvisionnement des cimenteries). Les cimenteries sont engagées depuis longtemps dans un processus de réduction de leur consommation de combustible fossile. De ce point de vue, les changements des prix des produits pétroliers les affectent peu. Les cimenteries ne peuvent brûler directement du bois car les installations réclament un combustible relativement constant du point de vue du pouvoir calorifique. Elles utilisent annuellement en RW environ 30 000 T de bois qu'elles transforment en sciure qui sert à imprégner des déchets (boues, huiles, graisses, peintures...) afin de former environ 120 000 T d'un produit au pouvoir calorifique relativement homogène. Cette technologie ayant été assez longue à mettre au point, il est exclu d'augmenter la consommation de bois pour l'émission trading à court terme. Sous les pressions actuelles sur les prix du bois, les cimentiers cherchent en fait à trouver des produits de substitution au bois pour imprégner les déchets : des pailles ou des tourteaux issus de l'industrie des biocarburants. Par contre, l'émission trading et les certificats verts induisent des recherches en collaboration avec Electrabel pour l'établissement d'une nouvelle technologie de production de chaleur dans laquelle un gazogène utilisant de la biomasse serait couplé à une turbine gaz vapeur en cogénération (ce qui permettrait de bénéficier des certificats verts). Le gazogène permettrait d'extraire les gaz combustibles de biomasse contaminée. Il n'est à ce stade pas possible de chiffrer le prix auquel des cimentiers pourraient alors payer le bois.

La Centrale des Awirs. Les frais de conversion d'une centrale au charbon vers une centrale aux granulés de bois ont été estimés dans Woodsustain (2001) à 100 à 500 €/kW, soit 8 à 40 millions d'Euros pour une centrale comme Awirs 4, avec une capacité de fourniture de 625 000 MWh/an. En prenant une valeur médiane de 24 millions d'Euros amortis en 20 ans, soit 1.2 millions par an, on obtient approximativement 2€/MWh. Le combustible utilisé aux Awirs est le pellet, avec un PCI de 4.6 MWh/T ; il faut donc environ 1.6 T de pellets pour obtenir l'énergie d'une T de charbon. 1.6 T de pellets permet alors d'économiser 4.25 T de CO₂, soit 106.25 €. Cette quantité aurait permis de produire 7.23 MWh, le coût de transformation des installations est alors de 15€/MWh à peu près. La T de pellets peut alors être payée du point de vue du quota CO₂ jusqu'à $(50+106-15)/1.6 = 88$ €/T. Comme le pellet le plus économique coûte 90€/T (départ fournisseur), sans certificat vert, il n'est pas intéressant pour le moment de transformer une centrale au charbon en une centrale à bois.

Les compagnies d'électricité peuvent bénéficier à la fois des certificats verts (jusqu'à un maximum de 20 MW par installation) et de l'émission trading. Ci-dessous on présente deux scénarios, un scénario "meilleur des mondes" où le prix de l'émission trading est de 25€ et celui du certificat vert de 92€ et un autre où ces prix sont de 5 et 65 respectivement. Il est évident que dans le premier cas, la conversion de centrales au charbon vers des centrales à pellets se poursuivra, mais pas dans le second. Les fabricants d'électricité sont donc face à une incertitude importante qui se situe principalement au niveau de l'émission trading, d'une part parce que les fluctuations sont plus importantes que pour le CV (qui est assez stable) et d'autre part parce que le flux monétaire associé est plus important.

Tableau 24 Conversion d'une nouvelle centrale comme Awirs: CV à 92 et trading à 25

Pend MW	80	Bénéfice €/an	7 266 867
Production électrique MWh/an	625 875		
Certificat vert			
Limite pour CV (MW)	20		
Prod élect max pour CV MWh	156 469		
CV/an	104 991		
Prix CV €	92	Différentiel de frais	
Gain CV €/an	9 659 129	Conversion (2 €/MWh) €/an	1 251 750
Emission trading			
Rendement électrique	33%	Achat pellets T/an	417 250
Conso charbon T/an	259 699	Prix pellets €/T	100
Emission si charbon T CO ₂ /an	1 103 981	Achat pellets €/an	41 725 000
Prix emission trading €	25	- Achat charbon €/an	12 984 959
Gain si emission evitee €/an	27 599 529	Prix charbon €/T	50
		Total surcoût €/an	29 991 791

Tableau 25 Conversion d'une nouvelle centrale comme Awirs: CV à 65 et trading à 5

Pend MW	80	Bénéfice €/an	-17 647 501
---------	----	----------------------	--------------------

Production électrique MWh/an	625 875		
Certificat vert			
Limite pour CV (MW)	20		
Prod élect max pour CV MWh	156 469		
CV/an	104 991		
Prix CV €	65	Différentiel de frais	
Gain CV €/an	6 824 385	Conversion (2 €/MWh) €/an	1 251 750
Emission trading		Achat pellets T/an	417 250
Rendement électrique	33%	Prix pellets €/T	100
Conso charbon T/an	259 699	Achat pellets €/an	41 725 000
Emission si charbon T CO ₂ /an	1 103 981	- Achat charbon €/an	12 984 959
Prix emission trading €	5	Prix charbon €/T	50
Gain si emission evitee €/an	5 519 906	Total surcoût €/an	29 991 791

3.3.4 Synthèse sur les quotas CO₂

En conclusion de cette section sur les quotas de CO₂, les installations reprises au registre des quotas CO₂ se sont engagées dans une politique de réduction de leur utilisation de combustible fossile. Dans ce cadre, les fluctuations des prix du pétrole les affectent peu à court terme. L'existence d'un quota CO₂ les incite à terme à convertir leurs installations vers l'utilisation de biomasse. A l'horizon temporel de cette étude (5 ans), il ne devrait pas y avoir d'effet parce que le quota CO₂ n'est pas suffisamment cher, parce que l'incertitude est élevée et parce qu'il faudra plus de temps pour convertir leurs installations.

4 Conclusions générales

4.1 Contexte : acteurs et produits

La filière bois de notre pays se différencie nettement de celle de pays voisins. D'une part, elle se caractérise par une absence d'intégration — c'est-à-dire que l'industrie utilisatrice (scieries – papeteries – panneaux) n'est pas propriétaire des forêts. D'autre part, le propriétaire forestier n'exploite pas lui-même ses bois ; il y a donc inévitablement un transfert de propriété entre le propriétaire forestier (privé ou public) et l'exploitant ou l'utilisateur, suivi éventuellement d'un second transfert entre l'industriel et les utilisateurs de produits connexes. Par conséquent, tous les bois sont achetés sur pied par des exploitants ou des scieurs, sauf le bois bûche acheté par des particuliers. Une coupe de bois vendue en bloc sur pied peut donc se répartir via l'exploitant entre différents utilisateurs.

Le propriétaire est maître à bord. Il décide ce qu'il délivre, quand, comment et où ; il choisit à qui il vend ses bois, et pose toutes les conditions. Pour les rémanents de coupes ou les petits produits de la sylviculture (premières éclaircies, préparation de terrain, nettoyage), le propriétaire est également seul décideur et dans ces cas, s'il y a transfert de biomasse, c'est vis-à-vis d'un mobilisateur que le marché se fera (entrepreneur). En effet, le coût de l'équipement et le rayon d'approvisionnement d'une seule unité de chaufferie ne permet pas d'envisager une exploitation en direct par cette unité chez les propriétaires. Cette situation empêche évidemment les industries telles que papeteries ou panneaux d'intervenir en direct chez les propriétaires forestiers et de programmer des approvisionnements.

Les transferts des *produits connexes* ne peuvent se faire qu'entre leur propriétaire (scieurs, chantiers de découpe) et le demandeur, sur base de contrats où seuls le prix et la disponibilité peuvent jouer — sachant que le scieur aura toujours un avantage pour son autoconsommation lorsqu'il en a l'usage. La disponibilité des *bois recyclables* (sous-produits de menuiserie, construction, palettes) n'est guère modifiable sauf à travers un changement du rayon d'approvisionnement. Dans les deux cas, il n'y a donc pas d'intervention extérieure possible, en dehors d'une modification du rayon d'approvisionnement mais on se heurte à la concurrence et au prix de transport.

Les producteurs forestiers privés, évidemment sensibles au prix des bois, n'ont pas nécessairement le réflexe de délivrer plus de bois en cas de montée des prix. La part délivrée en supplément des coupes régulières au début d'une hausse de prix correspond en général aux coupes envisagées ou décidées antérieurement, retenues pour raison de prix insuffisant. L'augmentation des prix provoque la libération de ces bois assez brutalement. Par contre, il y a pour les autres bois le réflexe « attendons que les prix soient encore plus élevés » ce qui peut provoquer aussi une certaine rétention.

Il est possible qu'un des plus gros concurrents pour l'approvisionnement en rondins de trituration des industries du panneau soit le déchiquetage direct sur coupe en plaquettes forestières des premières éclaircies résineuses, notamment en bois rouge. Cette formule peut offrir pour le propriétaire un gros avantage indirect. Ce déchiquetage peut en effet

avantageusement traiter des bois non élagués en incluant les branches pour autant que des cloisonnements soient ouverts ; on peut ainsi épargner l'élagage de pénétration à 2 m dont le coût est de 800 à 1 000 €/ha. La concurrence risque d'être d'autant plus forte que ce déchiquetage peut se faire plus tôt que l'éclaircie commerciale.

Pour les rondins résineux consommables par la papeterie ou les panneaux, la fourchette de 8 à 15 cm de diamètre fin bout est une des ressources principales. Comme les scieries sont équipées pour traiter des diamètres inférieurs à 15 cm, elles sont susceptibles de détourner une partie des rondins que pourraient utiliser la papeterie ou les panneaux. La tendance est renforcée par le fait que dans ces billons de faible diamètre, le rendement plus faible est compensé par l'augmentation des prix des sciages et surtout des produits connexes.

Le marché du bois de chauffage en bûches est d'autant plus fluctuant que ce sont les particuliers qui achètent en direct sur pied aux propriétaires. Il n'y a pas de statistiques puisqu'aucune comptabilité n'est tenue, en toute légalité. Les particuliers peuvent très rapidement augmenter ou diminuer leur demande puisqu'il n'y a pas pour eux de volant commercial de fonds de roulement ou équipement. Les revendeurs, pour la plupart, sont dans le même schéma : bien que dans leur cas une comptabilité devrait être tenue puisqu'il y a achat et revente, celle-ci est très réduite voire inexistante. Les personnes travaillant dans ces filières sont souvent marginales. En résumé, le volet bois-bûches est peu saisissable et continuera tel quel.

Compte-tenu de leur taille et des sources d'approvisionnement impliquées, les projets thermiques de collectivités locales n'exercent qu'un impact mineur sur la demande de bois énergie.

4.2 Conclusions relatives aux ressources

Au terme de l'étude, il apparaît que la seule source importante et consistante de matière ligneuse mobilisable en bois-énergie est la forêt, soit en direct (bûches de bois, plaquettes de déchiquetage, collecte des rémanents, etc.) soit comme produit connexe de différentes industries de la filière bois. La contribution de l'espace agricole à la production de matière ligneuse mobilisable est et restera marginale dans les prochaines années.

Les estimations de volumes mobilisables retenues sur base des hypothèses restrictives adoptées concernent un peu plus de la moitié des volumes sur pied pour les espèces feuillues et près des 2/3 pour les résineux.

Pour les feuillus, on peut considérer que l'estimation proposée (1 Mm³/an) cadre bien avec la surcapitalisation de matériel sur pied des dernières décennies. Compte tenu d'une superficie de quelque 250 000 ha, la production annuelle de la forêt feuillue régionale est de l'ordre de 1 500 000 m³, qui constitue de seuil maximal d'exploitation durable à moyen et long terme.

Pour les résineux, l'estimation maximale de la ressource mobilisable durablement doit plutôt être établie en référence à la superficie (227 500 ha) qu'ils occupent et à une productivité moyenne annuelle des peuplements que nous fixons actuellement, compte tenu de la composition spécifique des boisements résineux régionaux à 12 m³, soit 2.7 Mm³/an.

L'analyse des sources d'approvisionnement des grandes entreprises de la filière bois met en évidence l'importance du recours à l'importation, surtout dans les secteurs du papier (63%) et des panneaux (34%). Il est toutefois extrêmement délicat d'évaluer l'évolution de ces contributions compte-tenu de la grande volatilité du marché international du bois, de la concurrence des particuliers en fonction des prix du pétrole et des politiques locales ou régionales..

4.3 Conclusions relatives à la modélisation

A l'horizon cinq ans, la *demande des particuliers* se fera de toute façon plus pressante même si les prix pétroliers se stabilisent aux niveaux de 2005 (en moyenne sur l'année). La simulation fait état d'un accroissement de la demande de bûche de près de 20% depuis l'année 2003 (où les prix pétroliers venaient d'une longue période de stabilité). En 2006, la moitié de cet accroissement, soit 10%, est déjà réalisée. Une situation semblable se produira dans les régions limitrophes à la Wallonie. Les résultats préliminaires d'une étude du Centre de Recherches Agronomiques tendent à indiquer que les actuels subsides à l'achat d'un appareil de chauffage efficient induisent un accroissement de la demande de ces appareils mais accroissent l'efficacité moyenne du parc. L'effet sur la consommation de bois est donc ambigu.

Le *système du Certificat Vert* profite, à travers la technologie de la cogénération, à trois types d'acteurs : les électriciens, les acteurs intégrés (déjà présents dans la filière avant l'apparition du CV) et les acteurs non intégrés (qui créent de nouvelles capacités). Les premiers importent leur combustible, qu'ils pourraient payer au maximum 95€T (pellets), nettement inférieur aux prix pratiqués en région wallonne. Ils ne généreront sans doute pas de pressions sur le marché wallon. Les acteurs intégrés (scieries, deuxième transformation) reçoivent une opportunité à travers le CV estimée à une plus valeur de 88€T de plaquette (ou équivalent coproduit bois) une fois leurs investissements amortis ; c'est-à-dire, au cours actuel de 92 €CV, le soutien via les certificats verts est de 88€t (plus la valeur, inchiffable, de l'économie d'énergie et de la vente d'électricité moins les frais d'amortissement, de maintenance et de production). Bien que la valeur marginale soit la plupart du temps très inférieure à 88€ elle semble offrir aux acteurs intégrés un potentiel de prix de la plaquette supérieur au prix actuel. Ces acteurs utiliseraient principalement des coproduits qu'ils brûlaient de toute façon ; les projets ne semblent donc pas réduire les possibilités matières des autres acteurs de la filière pour le moment mais il faut s'attendre à terme à ce que plus de coproduits soient valorisés par le biais du CV. Les quantités allant à la cogénération augmenteraient de 470 à 875 000 m³ d'équivalent bois plein de 2004 à 2012 (8 à 14% de la consommation matière wallonne). Des acteurs non intégrés profitent directement du système du certificat vert à travers la fabrication de pellets et pourraient provoquer des hausses de l'ordre de 50% sur le prix (fin 2006) de leurs matières premières. Ni les volumes qu'ils pourraient capter ni l'origine de ces volumes ne peuvent être estimés à ce stade.

Les *installations soumises aux quotas CO₂* se sont engagées dans une politique de réduction de leur utilisation de combustible fossile. Les fluctuations des prix du pétrole les affectent peu à court terme. Le quota CO₂ induira à terme une demande accrue pour le bois car celui-ci n'est pas comptabilisé dans les émissions. A l'horizon temporel de cette étude (5 ans), le quota CO₂ n'est pas suffisamment cher et l'incertitude est trop importante pour motiver des transformations rapides.

Le Tableau 26 résume la situation des ressources et des pressions bois-énergie en Belgique pour les grands flux relatifs au bois énergie.

Tableau 26 Résumé des ressources et utilisation de bois-énergie en Belgique en 000 m³ équivalent bois rond.

Ressources en RW (tout bois)		Année	Utilisation matière		Année
Mobilisé en forêt	3800	2006	Papeteries	1864	2004
moins exportations			Panneaux (Belgique + zones frontalières)	3913	2006
plus importations			Parc et jardin	185	2001
moins produits sciés			Chantiers de découpe	125	2006
			Total	6087	

Disponibilités en concurrence entre matière et énergie		
Coproduits		
Exploitations (RW)	1520	2006
Scieries	1387	2006
2nde transformation	1384	2001
Recyclage	106	2005
Chantiers de découpe	25	2006
Autres sources		
Agriculture	0	2005
Rémanent	15	2006
Total disponibilités	4437	

Remarque : coproduits brûlés	720	2001
------------------------------	-----	------

Pression énergétique installée ou en cours de réalisation		
		Année
Chauffage des particuliers (RW)	592	2005
Cogénération & chauffage	391	2006
Fabrication pellets	684	2006
Total	1667	

Pression énergétique supplémentaire identifiée à l'horizon 2012			Remarque
Chauffage des particuliers	100		90 - 300
Cogénération	500		390 - 800
Fabrication pellets	0		
Quota CO ₂ (emission trading)	0		
Électricité	0		Importation
Total	600		

Total pression énergétique	2267
en % de l'utilisation matière	37%
en % des disponibilités	51%

La ressource mobilisable depuis la forêt (Wallonie) est estimée à 3 800 000 m³ ; environ 40% de cette ressource est constituée de houppiers ou de bois de premières éclaircies qui ne voyagent que sur de courtes distances et qui sont donc potentiellement disponibles à des fins énergétiques. Les 60% restants sont des grumes qui elles voyagent facilement, mais pour lesquelles il n'existe pas de données sûres. On connaît néanmoins les volumes traités par les scieries wallonnes. Lorsque la grume est débitée, elle fournit des produits sciés pour environ 50%, le reste est potentiellement disponible à des fins énergétiques. De même, les entreprises de la seconde transformation utilisent des bois locaux et d'importation. On connaît les volumes globaux traités et les volumes de coproduit. En d'autres termes, les importations et les exportations sont mal connues, mais on peut inférer les coproduits sur base des volumes utilisés localement.

Il est généralement difficile de scinder les disponibilités et les consommations entre l'ensemble de la Belgique et la seule Région wallonne, il faut avoir à l'esprit que dans la plupart des cas les consommations et les disponibilités se situent en Région wallonne. Les

disponibilités viennent essentiellement de trois sources : l'exploitation des forêts wallonnes (houppiers, bois de premières éclaircies...), les coproduits de scieries et les coproduits de la seconde transformation du bois. Ni l'agriculture ni l'exploitation des rémanents de coupes ne fourniront de quantités significatives. L'ensemble des utilisations matières (principalement papeteries et panneaux) est supérieur aux disponibilités (6087 milliers de m³ d'équivalent bois rond utilisés contre 4437) et les entreprises wallonnes sont importatrices. À cela s'ajoute une utilisation énergétique d'environ 1667 milliers de m³, basée essentiellement sur des coproduits locaux. La pression énergétique supplémentaire à l'horizon 2012 (due aux prix pétroliers, aux certificats verts et aux quotas CO₂) a été chiffrée à 600 milliers de m³. Cette pression pourra se réaliser ou non en fonction de multiples facteurs, dont en particulier les prix des coproduits ligneux. Il faut souligner que localement la situation peut être différente et que les projets à vocation locale ne sont pas concernés par le présent constat.

5 Références

ADEME – Agence de la Maîtrise de l'Énergie www2.ademe.fr. Multiples publications sans date : Programme Bois-énergie 2000-2006, Chiffres clés du bois-énergie, Enquête annuelle des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois et de cheminées ouvertes, Le chauffage aux bûches en France.

AFOCEL, Rapport disponible sur www.afocel.fr.

AILE, 2001. *Récolter du bois pour entretenir les haies*, Aile en partenariat avec ADEME et CUMA Ouest, mars 2001, 4 p.

CRA – Centre de Recherches Agronomiques, 2001. Partie du *Woodsustain Report* financé par le SSTC. En l'an 2000, le CRA a procédé à une enquête auprès de menuiserie, 343 questionnaires envoyés, 10% de réponses.

CWaPE Multiples documents disponibles sur le site www.cwape.be

Dagnelie, P., Palm, R., Rondeux, J., Thill, A. 1985. Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 148 p.

DGEMP – Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières, Observatoire de l'énergie, ADEME. Sans date. La production et la consommation de bois-énergie du secteur domestique. Disponible à http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/tbb/cons_domestique.htm

ECOP – Laboratoire d'écologie des Grandes Cultures, Université catholique de Louvain, 2001. Partie du *Woodsustain Report* financé par le SSTC. <http://www.ecop.ucl.ac.be/eco2/recherche/projets/biomasse/tcr/culture/phytotechnie.pdf>

EEA – European Environment Agency www.eea.europa.eu. 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report No 7/2006.

FAO (Shushuai Zhu, David Tomberlin, Joseph Buongiorno), 1999, Global Forest Products Consumption, Production, Trade And Prices: Global Forest Products Model Projections To 2010, Working Paper No: GFPOS/WP/01.

Guissard, D. 2003 (décembre). *Assessment of the economic impact of wood energy development on pulp and paper mills in Belgium*. Confidential report prepared for the pulp and paper industry.

Journal Officiel du Grand-duché de Luxembourg A-135 2004. Rapport disponible sur le site : http://www.environnement.public.lu/energies_renouvelables/dossiers/adaptations_subventions_aout_2004_RGD.pdf

ICEDD – Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable, *Evaluation du gisement et de la gestion des déchets de bois en Région Wallonne*, 2006.

Lecomte H., Florkin P., Thirion M. 1997. Inventaire des massifs forestiers de la Wallonie, aperçu global de la situation en 1996. Namur, Ministère de la Région wallonne, fiche technique n°9, 43 p.

- Lecomte H., Florquin P., Morimont J.-P., Thirion M. 2002. La forêt wallonne : état de la ressource à la fin du 20ème siècle. Namur, Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, 71 p.
- Lemaire, F. 2005. Mémoire de fin d'études : *Diagnostic et aide pour le développement d'une filière bois-énergie dans les Côtes d'Armor*. Institut national agronomique Paris-Grignon, septembre 2005.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche, *Bilan de la santé des forêts en 2005*, 2005, pp 1-5.
- Ministère de la Région wallonne, 1999 La forêt wallonne, état de la ressource à la fin du 20 ème siècle. 71 pages.
- Ministère de la Région wallonne. 2000. Etat de l'Environnement Wallon 2000. L'environnement wallon à l'aube du XXIe siècle. Approche évolutive. Namur, Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 420 p.
- Rondeux J., H. Lecomte, P. Florquin, M. Thirion, J. Hebert, *Quelques données inédites sur l'accroissement des peuplements de hêtres en région wallonne*, Cahiers forestiers de Gembloux, 2002.
- Walot, T., Rouxhet, S. 2000. *Evaluation environnementale de la mesure "conservation des haies et bandes boisées"*. Liège, GIREA, rapport EVAGRI 1997-1999, 29 p.
- Wood Resource Quartely*, 2006, Wood Resources International. Volume 18 Number 4, January 2006.
- Woodsustain Report*, 2001. Rapport de projet de recherche financé par le SSTC/BELSPO.

Sites Internet :

Bilan énergétique wallon <http://energie.wallonie.be>

CEREN www.ceren.org

CREG www.creg.be/pdf/Studies/ARCG-080506-FE.pdf

CRIF www.crif.fr

CWaPE <http://www.cwape.be/>

ECOP <http://www.ecop.ucl.ac.be/eco2/recherche/projets/biomasse/ttcr/culture/phytotechnie.pdf>

http://www.climatechange.be/climat_klimaat/fr/quotasCO2.html#PBAQE

ICEDD <http://www.icedd.be/atlasenergie>

ITEBE <http://www.itebe.org>

Outils solaires <http://www.outilssolaires.com/Glossaire/>

Registre quota CO2 <http://www.climateregistry.be/FR/INTL/emissie.htm>

VALBIOM <http://www.valbiom.be>

WOODNET <http://www.woodnet.com/fr/home.asp>

www.bundeswaldinventur.de

www.Ciele.org

6 Annexes

6.1 Unités, conversions et caractéristiques techniques du bois-énergie

Les unités utilisées dans le présent document sont reprises dans les tableaux suivants.

Tableau 27 Conversions entre principales unités énergétiques

	GJ	tep	MBtu	kWh	m ³ de gaz	Baril de pétrole
GJ	1	1/42 = 0.0238	0.948	278	23.89	0.1751
Tep	41.855	1	39.68	11 628	1 000	7.33
MBtu	1.0551	0.0252	1	293.1	25.2	0.185
kWh	0.0036	0.086 10 ⁻³	3.412 10 ⁻³	1	0.086	630.4 10 ⁻⁶
m ³ de gaz	0.041855	0.001	0.03968	11.628	1	7.33 10 ⁻³
Baril de pétrole	5.7	0.1364	5.4	1 580	136.4	1

Source : ITEBE

La tonne d'équivalent pétrole (tep) est une unité de mesure couramment utilisée par les économistes de l'énergie pour comparer les énergies entre elles.

Le Btu : British thermal unit.

Le m³ de gaz : les équivalences pour le **m³ de gaz** (ou normo-m³, aux conditions normales de température et de pression : 0°C, sous 1013 hPa, norme ISO ; par opposition au m³ standard) sont données en énergie PCS (pouvoir calorifique supérieur). L'équivalent en énergie PCI (pouvoir calorifique inférieur) s'obtient en multipliant par 0.9.

Le Therm anglais, unité utilisée par la bourse de Londres pour la cotation du gaz NBP équivaut à : 29.31 kWh, soit 0.1 Mbtu.

Pour information, l'Observatoire de l'Energie, dans le cadre de la réalisation du bilan énergétique officiel de la France, établit les données en millions de tep, en retenant la convention 1 tonne de bois = 1.7 stère = 0.257 tep = 2990 kWh PCI.

Tableau 24 Unités et conversions entre quelques mesures propres au bois

Volumes en poids
1 MAP (m ³ apparent) = 0.5 t feuillu dur = 0.62 t résineux
1 m ³ feuillu (grume, bout ou branche) = 1 t à 55% humidité = 0.45 bdt [(bone dry ton) Guissard, 2003 – p. 14]
1 m ³ mélange conifère feuillu = 0.9 t à 55% humidité = 0.4 t à 0% humidité [bdt dans Guissard, 2003 – note 23]
1 m ³ conifère = 0.85 t à 55% humidité = 0.38 bdt
Poids
1 air dry t (humidité 15%) = 0.85 bdt Bone dry t (Guissard, 2003 – p.14).
1 t mélange conifère feuillu à 55% hum = 0.4/0.9 = 0.44 bdt
Autres facteurs de conversion et sources d'imprécision
La tms (1 tonne de matière sèche) = 18 GJ (Woodsustain Report, 2001)

Pour Guissard (2003), 1 tms = 1 bdt ["productivité moyenne TtCR" = 10.8 bdt/a Guissard p.18 et 10.8 tms/a Woodsustain p.12], mais aussi, parfois 1 tms = 1 air dry t (Guissard p.14). Donc attention indispensable !

Tableau 25 Equivalences énergétiques moyennes entre combustibles

	PCI		Plaquettes	Pétrole moyen
	KWh/unité	Unité	1 m ³ apparent (MAP) =	1 t (tep) =
Bois				
Plaquettes	1000.0	m ³ apparent (MAP)	1	11.63
	3.0	kg	330	3838
Bois plein	2000.0	m ³ plein	0.5	6
Bûche	1500.0	Stère	0.67	8
Granulé	4.5	kg	220	2559
Écorce	2.0	kg	500	5815
Bois sec ^a	3.9	kg	258	3000
Produits pétroliers				
Pétrole moyen	11630.0	t (tep)	0.09	1
	1586.3	baril	0.63	7.33
Gaz naturel	11.4	m ³	88	1023
Propane	12.8	kg	78	910
Fioul	10.0	l	100	1163
Autres				
Charbon	7.8	kg	129	1500
Paille sèche	3.3	kg	301	3496
Énergie	276.9	Gj	4	42
Électricité	1.0	kWh	1000	11630

^a. Équivalent à la "matière sèche" utilisé dans le Woodsustain Report (2001): environ 6 à 18 GJ/t

Source : ITEBE et calculs des auteurs

Tableau 28 Taux de transformation

500 m ³ de déchets de charpentes = 105 t de résidus ligneux
Les m ³ de déchets sont assimilés à un volume de plaquettes car ils seront broyés
Poids volumique des déchets : 390 kg/m ³ (ERBE)
1 m ³ bois fournit 2 MAP de plaquettes
Volume de sciure produite à partir d'un m ³ de bois rond (estimé sur base des interviews): 3.57 m ³

Tableau 29 Principales caractéristiques des produits bois-énergie

Produit	Unité	Granulométrie (mm)	Humidité en % (1)	PCI KWh / t (2)	tep / t (2)	Taux de Cendre (3)	Masse Volumique (kg/m ³) (4)
Bûches	Stère	L = 250 à 1000 Ø = 40 à 200	15 à 40	1400 à 2100 / stère	0.12 à 0.18 / stère		560 à 1000
Briquettes ou bûches reconstituées	T	L = 200 à 500 Ø = 30 à 120	5 à 10	4600	0.39	0.5% à 1%	700
Granulés ou pellets	T	L = 10 à 50 Ø = 5 à 10	5 à 10	4600	0.39	< 1%	650 à 750
Sciure humide	MAP ou T	0.5 à 2	40 à 60	1600 à 2800	0.14 à 0.24	1 à 2%	230 à 520
Sciure sèche et copeaux	MAP ou T	0.5 à 10	10 à 15	4400	0.37	1 à 2%	80 à 110
Ecorces	MAP ou T	Très hétérogène	40 à 60	1600 à 2800	0.14 à 0.24	5 à 10%	250 à 500
Plaquettes blanches	MAP ou T	L = 2 à 80 (5)	30 à 50	2200 à 3300	0.19 à 0.28	1 à 2%	320 à 350 (R) 400 à 450 (F)
Plaquettes vertes	MAP ou T	L = 2 à 80	40 à 50	2200 à 2800	0.19 à 0.24	1 à 2%	300 à 400
Plaquettes grises	MAP ou T	L = 2 à 80	20 à 30	3300 à 3900	0.28 à 0.33	1 à 2%	200 à 300
Broyats de DIB	MAP ou T	Très hétérogène	20 à 30	3300 à 3900	0.29 à 0.33		180 à 220

Sources : ADEME, 1999 ; Carré *et al.*, 1991 ; ITEBE, 1999

(1) humidité sur masse brute

(2) par tonne sauf mention contraire

(3) en pourcentage du poids sec

(4) la masse volumique dépend de l'essence et du taux d'humidité dans le bois

(5) la longueur des plaquettes est la seule dimension maîtrisable ; la largeur et l'épaisseur sont, elles, soumises aux aléas de la fragmentation.

6.2 Tableaux détaillés des volumes mobilisables en forêt

Wallonie

Les volumes sont des volumes bois fort tige sur écorce, calculés à partir des tarifs de cubage de Dagnelie *et al.* (1985). Les données sont fournies par Monsieur H. Lecomte (DNF - Cellule Inventaire des Ressources forestières de Wallonie).

Estimation des volumes mobilisables dans les peuplements résineux

Tableau 30 Estimation des volumes résineux sur pied

Pente du terrain <30%, distance de débardage < 300m, sols non tourbeux et sans gley dès la surface, surface du massif d'au moins 10 ares

Provinces	Propriétaires	Volumes sur pied (bois fort tige sur écorce) (m ³ x1000)				
		c150 (cm)				
		<50	50 - 69	70 - 119	120 +	Total
Brabant wallon	Soumis	0.0	0.0	15.9	4.1	20.0
	Non soumis	1.5	31.4	176.3	98.0	307.2
	Ensemble	1.5	31.4	192.2	102.1	327.2
Hainaut	Soumis	1.3	5.2	60.8	48.5	115.8
	Non soumis	43.6	135.4	429.1	127.4	735.5
	Ensemble	44.9	140.6	489.9	175.9	851.3
Liège	Soumis	366.8	956.0	4039.8	3410.1	8772.7
	Non soumis	322.6	969.9	2480.0	715.3	4487.8
	Ensemble	689.4	1925.9	6519.8	4125.4	13260.5
Luxembourg	Soumis	353.1	1022.6	3907.7	3465.3	8748.7
	Non soumis	777.4	2509.6	6021.3	1471.5	10779.8
	Ensemble	1130.5	3532.2	9929.0	4936.8	19528.5
Namur	Soumis	112.9	377.5	1299.8	643.7	2433.9
	Non soumis	167.5	616.4	1746.1	471.5	3001.5
	Ensemble	280.4	993.9	3045.9	1115.2	5435.4
Toutes provinces	Soumis	834.1	2361.3	9324.0	7571.7	20091.1
	Non soumis	1312.6	4262.7	10852.8	2883.7	19311.8
	Ensemble	2146.7	6624.0	20176.8	10455.4	39402.9

Tableau 31 Estimation des volumes résineux sur pied mobilisables annuellement en coupes d'éclaircie

Pente du terrain <30%, distance de débardage < 300m, sols non tourbeux et sans gley dès la surface, surface du massif d'au moins 10 ares

Provinces	Propriétaires	Volumes sur pied (bois fort tige sur écorce) (m ³ x1000)				
		c150 (cm)				
		<50	50 - 69	70 - 119	120 +	Total
Brabant wallon	Soumis	0.0	0.0	0.8	0.123	0.9
	Non soumis	0.1	1.6	8.8	2.94	13.4
	Ensemble	0.1	1.6	9.6	3.063	14.3
Hainaut	Soumis	0.1	0.3	3.0	1.455	4.8
	Non soumis	2.2	6.8	21.5	3.822	34.2
	Ensemble	2.2	7.0	24.5	5.277	39.0
Liège	Soumis	18.3	47.8	202.0	102.303	370.4
	Non soumis	16.1	48.5	124.0	21.459	210.1
	Ensemble	34.5	96.3	326.0	123.762	580.5
Luxembourg	Soumis	17.7	51.1	195.4	103.959	368.1
	Non soumis	38.9	125.5	301.1	44.145	509.6
	Ensemble	56.5	176.6	496.5	148.104	877.7
Namur	Soumis	5.6	18.9	65.0	19.311	108.8
	Non soumis	8.4	30.8	87.3	14.145	140.6
	Ensemble	14.0	49.7	152.3	33.456	249.5
Toutes provinces	Soumis	41.7	118.1	466.2	227.151	853.1
	Non soumis	65.6	213.1	542.6	86.511	907.9
	Ensemble	107.3	331.2	1008.8	313.662	1761.0

La fraction mobilisable annuellement par éclaircies repose sur un prélèvement de 5% par an pour toutes les catégories de grosseur, compte tenu, dans les petites et moyennes catégories, d'une rotation de 4 ans avec prélèvement de 20% du volume sur pied à chaque passage, et pour les grosses catégories (sciages), d'un passage à la rotation de 6 ans avec prélèvement de 30% du volume sur pied ou de 8 ans avec prélèvement de 40% du volume sur pied.

Aux prélèvements par coupes d'éclaircie, il convient d'ajouter l'effort de régénération par coupes rases estimé à 3 000 ha par an actuellement et pour les prochaines années. Le volume moyen exploité à l'hectare au terme d'exploitabilité des peuplement est évalué à 350 m³ par ha, ce qui ajoute 1 050 000 m³ par an au volume mobilisable par les coupes secondaires.

C'est selon ces hypothèses que le volume bois fort tige total mobilisable annuellement est évalué à 2 811 000 m³.

Ce calcul, basé sur l'estimation des volumes sur pied, intègre la résorption du volume surcapitalisé du fait de révolutions longues, ramenées progressivement à 75 ans en forêt soumise. Les prélèvements peuvent donc temporairement dépasser la productivité annuelle moyenne des peuplements jusqu'à l'ajustement du capital de production à la révolution choisie. A ce stade, la préservation de la productivité des massifs impliquera un ajustement des prélèvements à l'accroissement annuel. C'est la raison pour laquelle nos estimations du volume mobilisable annuellement n'ont de validité que pour une dizaine d'années, période au terme de laquelle elles devront être revues à la lumière des prélèvements réellement effectués dans ce laps de temps.

Estimation des volumes mobilisables dans les peuplements feuillus

Pour les feuillus, la mobilisation annuelle est estimée sur la base d'un prélèvement annuel de 3% du volume sur pied intégrant coupes d'amélioration et coupes de régénération dans toutes les catégories de grosseur, ce qui permet de passer du Tableau 32 (Estimation des volumes sur pied en feuillus) au Tableau 33 (estimation du volume mobilisable annuellement en peuplements feuillus). Ce taux, sans doute un peu fort pour les bois durs, tient compte des bois tendres et du peuplier dont les performances de croissance justifieraient un taux un peu supérieur.

Tableau 32 Estimation des volumes feuillus sur pied

Pente du terrain <30%, distance de débardage < 300m, sols non tourbeux et sans gley dès la surface, surface du massif d'au moins 10 ares

Province	Propriétaires	Volumes (exprimés en milliers de m ³ sur écorce)									
		Feuillus durs				Feuillus tendres				Taillis	Total
		C150>119 Qual A-B-C		C150>119 Qual D	C150<120	C150>119 Qual A-B-C		C150>119 Qual D	C150<120	toutes C150	
		Vol B.Œuvre	Vol Houpp.	Vol Total	Vol Total	Vol B.Œuvre	Vol Houpp.	Vol Total	Vol Total	Vol Total	
Brabant wallon	Soumis	65.10	26.40	0.00	20.70	48.10	6.00	0.00	9.80	8.40	184.50
	Non soumis	312.50	144.80	13.40	254.10	131.50	31.40	7.60	136.80	169.50	1201.60
	Ensemble	377.60	171.20	13.40	274.80	179.60	37.40	7.60	146.60	177.90	1386.10
Hainaut	Soumis	1084.60	511.60	12.00	567.90	177.10	42.90	0.00	164.30	173.90	2734.30
	Non soumis	816.90	395.70	40.40	506.90	816.50	171.20	13.80	397.60	206.10	3365.10
	Ensemble	1901.50	907.30	52.40	1074.80	993.60	214.10	13.80	561.90	380.00	6099.40
Liège	Soumis	741.00	347.20	218.60	655.80	44.80	7.90	2.50	258.40	136.20	2412.40
	Non soumis	616.40	264.70	46.90	577.60	181.60	29.70	26.10	273.70	239.30	2256.00
	Ensemble	1357.40	611.90	265.50	1233.40	226.40	37.60	28.60	532.10	375.50	4668.40
Luxembourg	Soumis	4372.40	2304.90	201.50	2145.30	58.10	13.90	1.70	159.90	190.40	9448.10
	Non soumis	1076.50	530.80	90.80	903.80	73.80	12.70	3.00	327.20	316.90	3335.50
	Ensemble	5448.90	2835.70	292.30	3049.10	131.90	26.60	4.70	487.10	507.30	12783.60
Namur	Soumis	1382.70	719.70	49.90	1196.50	58.70	11.10	1.20	254.50	298.60	3972.90
	Non soumis	1425.40	751.40	62.90	1200.20	296.00	71.60	14.30	319.70	429.30	4570.80
	Ensemble	2808.10	1471.10	112.80	2396.70	354.70	82.70	15.50	574.20	727.90	8543.70
Wallonie	Soumis	7645.80	3909.80	482.00	4586.20	386.80	81.80	5.40	846.90	807.50	18752.20
	Non soumis	4247.70	2087.40	254.40	3442.60	1499.40	316.60	64.80	1455.00	1361.10	14729.00
	Ensemble	11893.50	5997.20	736.40	8028.80	1886.20	398.40	70.20	2301.90	2168.60	33481.20

Tableau 33 Estimation des volumes feuillus sur pied mobilisables annuellement

Pente du terrain <30%, distance de débardage < 300m, sols non tourbeux et sans gley dès la surface, surface du massif d'au moins 10 ares

Province	Propriétaires	Volumes (exprimés en milliers de m ³ sur écorce)									
		Feuillus durs				Feuillus tendres				Taillis	Total
		C150>119 Qual A-B-C		C150>119 Qual D	C150<120	C150>119 Qual A-B-C		C150>119 Qual D	C150<120	toutes C150	
		Vol B.Œuvre	Vol Houpp.	Vol Total	Vol Total	Vol B.Œuvre	Vol Houpp.	Vol Total	Vol Total	Vol Total	
Brabant wallon	Soumis	1.95	0.79	0.00	0.62	1.44	0.18	0.00	0.29	0.25	5.54
	Non soumis	9.38	4.34	0.40	7.62	3.95	0.94	0.23	4.10	5.09	36.05
	Ensemble	11.33	5.14	0.40	8.24	5.39	1.12	0.23	4.40	5.34	41.58
Hainaut	Soumis	32.54	15.35	0.36	17.04	5.31	1.29	0.00	4.93	5.22	82.03
	Non soumis	24.51	11.87	1.21	15.21	24.50	5.14	0.41	11.93	6.18	100.95
	Ensemble	57.05	27.22	1.57	32.24	29.81	6.42	0.41	16.86	11.40	182.98
Liège	Soumis	22.23	10.42	6.56	19.67	1.34	0.24	0.08	7.75	4.09	72.37
	Non soumis	18.49	7.94	1.41	17.33	5.45	0.89	0.78	8.21	7.18	67.68
	Ensemble	40.72	18.36	7.97	37.00	6.79	1.13	0.86	15.96	11.27	140.05
Luxembourg	Soumis	131.17	69.15	6.05	64.36	1.74	0.42	0.05	4.80	5.71	283.44
	Non soumis	32.30	15.92	2.72	27.11	2.21	0.38	0.09	9.82	9.51	100.07
	Ensemble	163.47	85.07	8.77	91.47	3.96	0.80	0.14	14.61	15.22	383.51
Namur	Soumis	41.48	21.59	1.50	35.90	1.76	0.33	0.04	7.64	8.96	119.19
	Non soumis	42.76	22.54	1.89	36.01	8.88	2.15	0.43	9.59	12.88	137.12
	Ensemble	84.24	44.13	3.38	71.90	10.64	2.48	0.47	17.23	21.84	256.31
Wallonie	Soumis	229.37	117.29	14.46	137.59	11.60	2.45	0.16	25.41	24.23	562.57
	Non soumis	127.43	62.62	7.63	103.28	44.98	9.50	1.94	43.65	40.83	441.87
	Ensemble	356.81	179.92	22.09	240.86	56.59	11.95	2.11	69.06	65.06	1004.44

France

Tableau 34 Volumes totaux feuillus et résineux sur pied par région (milliers de m³)

Propriété	Lorraine	Champagne Ardenne	Nord Pas de Calais
Domanial	50 554.9	16 198.9	4 920.2
Communal	73 306.7	29 160.1	564.3
Privé	53 977.1	66 519.4	7 949.3
Total :	177 838.7	111 878.4	13 433.8

Source IFN

Tableau 35 Volume total des épicéas sur pied par région (milliers de m³)

Propriété	Lorraine	Champagne Ardenne	Nord Pas de Calais
Domanial	5 577.0	1 779.9	131.1
Communal	5 711.9	1 544.5	8.3
Privé	13 138.4	5 068.5	302.3
Total :	24 427.3	8 392.9	441.7

Source IFN

Grand-Duché de Luxembourg

Tableau 36 Répartition de la forêt luxembourgeoise selon le type de propriétaire

Propriétaire		Volume commercial global sur écorce (en milliers de m ³)
Forêt soumise	Etat	1 935
	Communes	8 900
	Etablissements publics	265
Forêt privée		12 215
Total :		23 315

Source: « La forêt luxembourgeoise en chiffres » - administration des eaux et forêts

Parmi ces 23 315 000 m³, 15 562 000 m³ sont des peuplements feuillus et 7 961 000 m³ sont résineux. Les hêtraies et les pessières constituent la part la plus importante de ce volume et se caractérisent par des volumes moyens à l'hectare élevés (environ 350 m³/ha) (source : ministère de l'environnement luxembourgeois). Des coupes d'amélioration (éclaircies) sont effectuées dans plus de 80% des peuplements concernés mais l'intensité de ces coupes est relativement faible, principalement en forêt privée. On observe également que l'amélioration des peuplements se fait presque exclusivement par l'éclaircie. Selon les statistiques, 20% de la surface forestière n'est pas éclaircie, 26% l'est faiblement, 46% l'est normalement et 8% sont fortement éclaircis.

En résineux, on trouve essentiellement les essences suivantes : épicéa, sapin, pin et mélèze. En feuillus, le hêtre et le chêne sont prédominants. La proportion feuillue s'élève à 75% en forêts publiques et à 30% en forêts privées.

6.3 Détail des volumes de déchets de bois

Tableau 37 Production de déchets de bois par secteur d'activité et par type de déchets (en tonnes)

Code NACE	Secteur	Libelle CWD	Code CWD	Année 2000	Année 2001	Année 2002	Année 2003	Année 2004	Moyenne 2000-2004
40	Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur	bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses	170204				2		2
		emballages en bois	150103	2	3			0	2
		papier et carton	200101	3	10	97	115	148	74
		déchets verts	200201				1	2	2
		bois de démolition	170201				28	16	22
C	Industrie extractive	emballages en bois	150103	30	39	29	34	10	28
DA	Industrie agro-alimentaire	emballages en bois	150103	921	1 370	1 713	1 298	1 397	1 340
		papier et carton	200101	783	924	445	935	257	669
		déchets verts	200201		6	2	1 510		506
		bois de démolition	170201				8	5	6
DB+DC	Industries textiles du cuir et de la chaussure	emballages en bois	150103	51	24	4	139	603	164
		papier et carton	200101	17	12	12	5	6	10
DD	Travail du bois et fabrication d'articles en bois	déchets d'écorce et de liège	030101	12 000	13 394	13 394	11 600	11 600	10 078
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages non dangereux	030105	69 000	71 379	71 379	65 177	65 177	68 422
DE	Industrie du papier et du carton; édition et imprimerie	déchets d'écorce et de liège	030101	8 690				9 226	8 958
		emballages en bois	150103	684	196	377	616	729	520
		papier et carton	200101	12 118	933	784	7 845	9 427	6 221
		refus fibreux, boues de fibres, de charge et de couchage provenant d'une séparation mécanique	030310	13 853	14 610	15 490	19 197	11 689	14 968
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages non dangereux	030105	27 356				0	13 678
DG+DH	Industrie chimique; industrie du caoutchouc et des plastiques	emballages en bois	150103	3 178	2 482	2 500	3 161	3 322	2 929
		papier et carton	200101	113	106	139	264	331	191
		bois de démolition	170201				53	0	27

Tableau 37 Production de déchets de bois par secteur d'activité et par type de déchets (en tonnes) (suite)

Code NACE	Secteur	Libelle CWD	Code CWD	Année 2000	Année 2001	Année 2002	Année 2003	Année 2004	Moyenne 2000-2004
DI	Industrie des autres produits non métalliques	déchets d'écorce et de liège	030101					13	13
		emballages en bois	150103	2 448	1 000	1 733	797	617	1 319
		papier et carton	200101	23 243	74	155	255	367	4 819
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages autres que ceux visés à la rubrique 03 01 04	030105					28	28
		déchets verts	200201	202	203	203	78	3	138
		bois de démolition	170201					448	448
DJ	Métallurgie et travail des métaux	bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminées par de telles substances	170204			2	16	56	24
		emballages en bois	150103	1 380	1 261	1 409	1 064	1 621	1 347
		papier et carton	200101	230	118	203	191	89	166
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages non dangereux	030105	326	339	263	200	41	234
		déchets verts	200201	2	4	5	6	8	5
		bois de démolition	170201					4	4
DK +DL +DM	Fabrication de machines et équipements; fabrication d'équipements électriques et électroniques; fabrication de matériels de transport	emballages en bois	150103	5 885	5 525	5 381	3 621	6 054	5 293
		papier et carton	200101	222	406	415	397	213	331
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages non dangereux	030105		6	16	40		20
		sciure de bois, copeaux, chutes, bois, contenant des substances dangereuses	030104					35	35
		déchets verts	200201	54	38	57	21	50	44
DN	Autres industries manufacturières	emballages en bois	150103		2			0	1
		papier et carton	200101	7 146	7 597	7 526		5 967	7 059
Total				189 936	122 062	123 732	118 684	77 783	150 145

Source – Enquête intégrée environnement – volet déchets industriels DGRNE – ICEDD – 2006