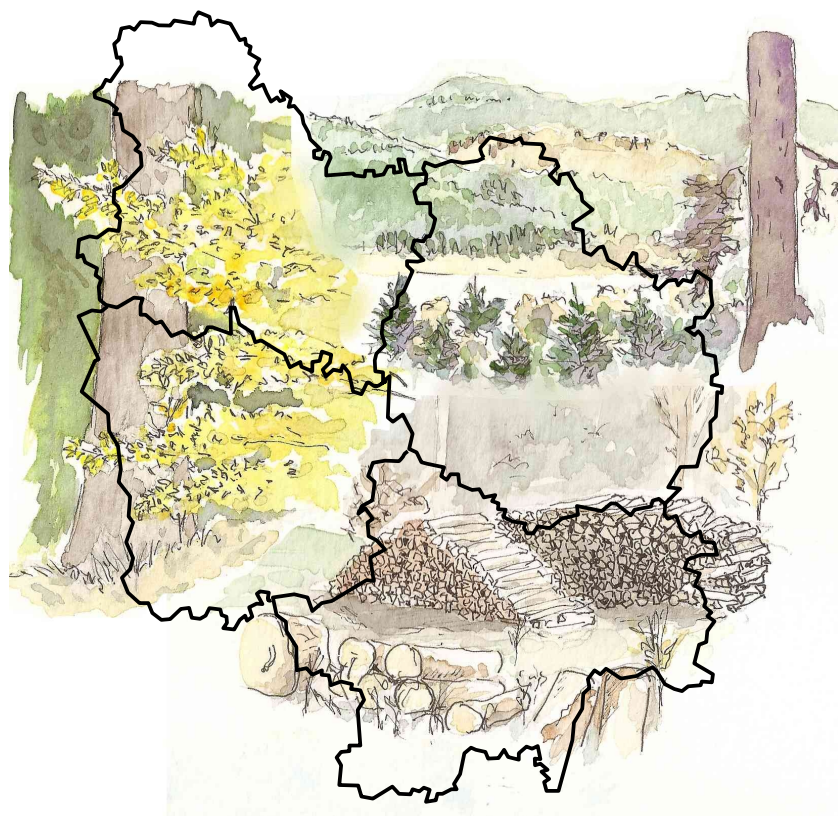


Biomasse forestière en Bourgogne

Ressources disponibles et déterminants pour un usage énergétique



afin que cette richesse ne reste pas un Eldorado

Document élaboré par les membres de la cellule « biomasse » (DREAL, DRAAF, ADEME), avec la participation de techniciens d' APROVALBOIS et des services techniques du Conseil Régional :

Jean-Michel MERIAUX (DRAAF)

Jean-Denis NOIROT (DRAAF)

Michel AZIERE (ADEME)

Bruno CHARPENTIER (DREAL)

Christelle ROUSSELET (APROVALBOIS)

Marie-Pierre SIRUGUE (Conseil Régional)

Jean CROISEL (Conseil Régional)

Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent.

L'objet de ce document est de dresser un bilan aussi complet que possible sur le bois énergie et les différents aspects qui y sont liés de façon à offrir une bonne connaissance de la problématique, et ainsi stimuler le débat et appeler commentaires ou critiques.

Sommaire

La ressource

1) La forêt bourguignonne et son exploitation actuelle	page 5
1-1) Les propriétaires forestiers	
1-2) La nature des peuplements et leur répartition spatiale	
1-3) L'exploitation actuelle des bois en Bourgogne	
récolte totale	
Cas du résineux	
Cas des feuillus	
2) La filière bois et la production de bois-énergie	page 8
2-1) Caractérisation générale:	
2-2) La production de bois-énergie :	
La plaquette forestière	
2-3) Les industries du bois présentes en Bourgogne	
3) La consommation actuelle de bois énergie	page 12
4) Éléments économiques	page 13

Le potentiel de développement de la filière bois-énergie

5 - Développement de la filière bois énergie :	page 14
Le potentiel de la forêt bourguignonne	
5-1) <u>La disponibilité théorique supplémentaire en bois</u>	page 14
Connexes des entreprises du bois :	
Ressource forestières :	
5-2) <u>Les déterminants d'une augmentation de la récolte forestière</u>	page 16
5-2-1 Un préalable, la mise en vente du bois	
5-2-2 La nécessité de marchés rémunérateurs pour tous les acteurs	
5-2-3 La création de nouveaux débouchés	
5-2-4 Des infrastructures, des hommes, du matériel	
Le développement du tissu industriel	
5-3) <u>Des industries du bois en mesure de transformer le bois exploité</u>	page 20
La ressource supplémentaire en bois-énergie	
5-4) <u>Le potentiel envisageable à l'horizon 2020 en bois-énergie</u>	page 20

Quelle consommation supplémentaire en Bourgogne pour le bois-énergie

6) Quelle utilisation supplémentaire du bois-énergie	page 21
6-1) Recommandations générales sur la valorisation énergétique du bois	
6-2) La consommation supplémentaire	
pour les particuliers	
Le bois bûche	
Le granulé de bois ou pellet	
pour les chaufferies collectives	
La plaquette forestière	
pour les chaufferies industrielles	
Cas des installations de cogénération	

Le bois-énergie au regard du développement durable

7) <u>Le bois énergie au regard du développement durable</u>	page 25
7.1) La qualité de l'air	
7.2) Des conflits d'usage possible	

8) <u>Synthèse</u>	page 28
--------------------------	---------

<u>Annexes</u>	page 30
----------------------	---------

Bibliographie

Données générales sur la forêt bourguignonne

Les modes d'exploitation forestière

Précision sur les volumes pris en compte

Définitions, unités et conversions

Evaluation des emplois liés au bois-énergie

Les autres sources de biomasse énergie

Bois en fin de vie

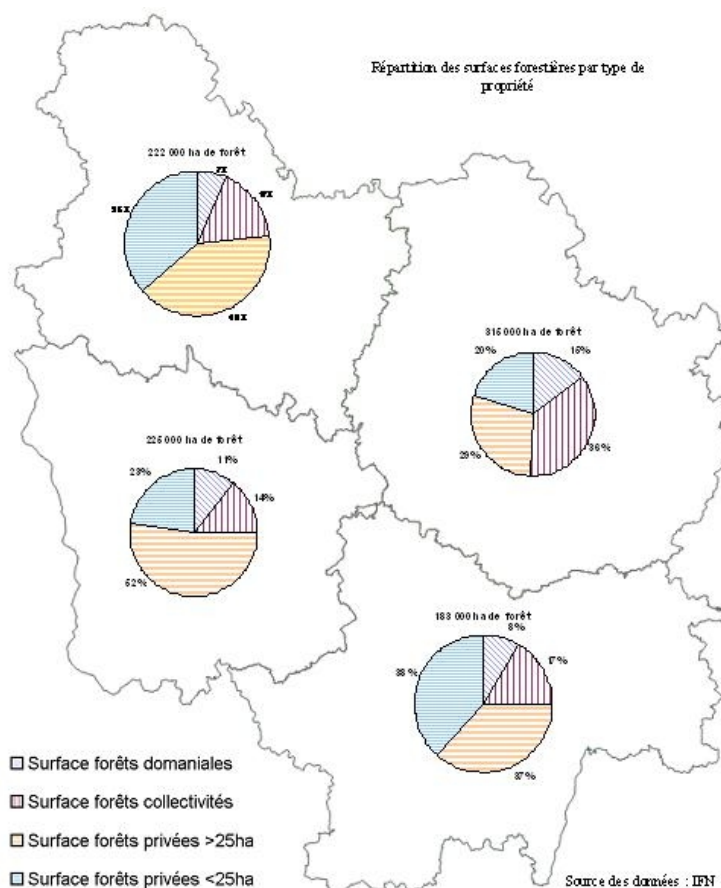
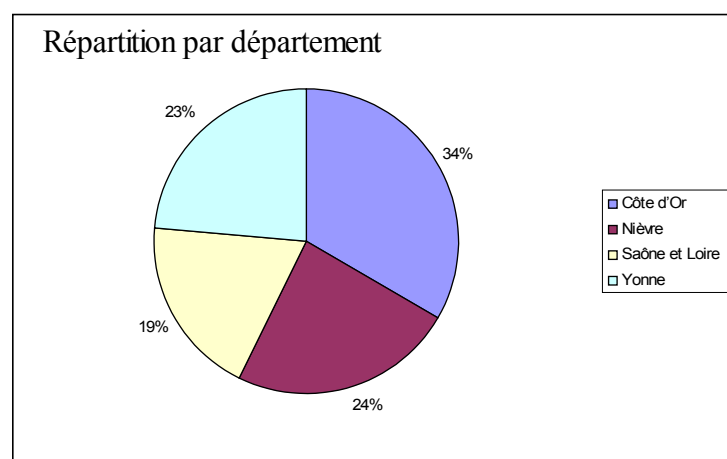
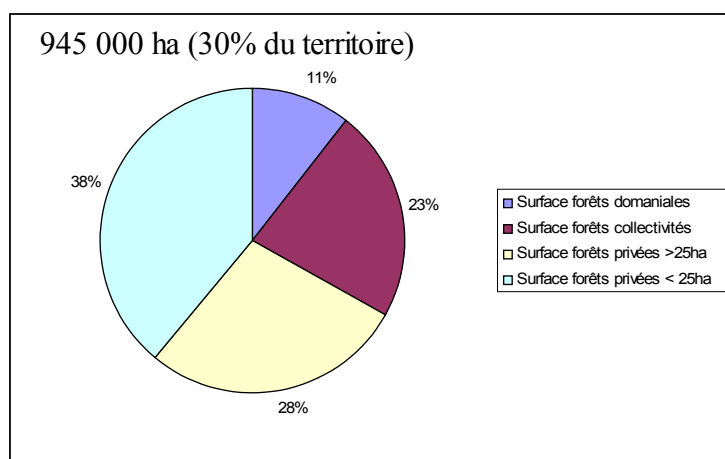
Les cultures énergétiques

1) La forêt bourguignonne et son exploitation actuelle

Avec près d'un million d'hectares de surfaces boisées, soit un taux de boisement de 30 %, la Bourgogne, se situe au 6^{ème} rang national des régions les plus boisées.

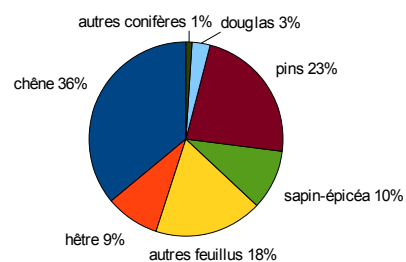
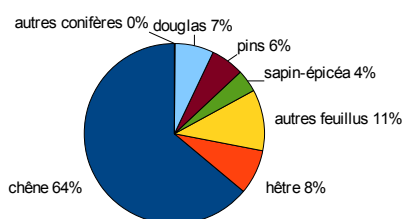
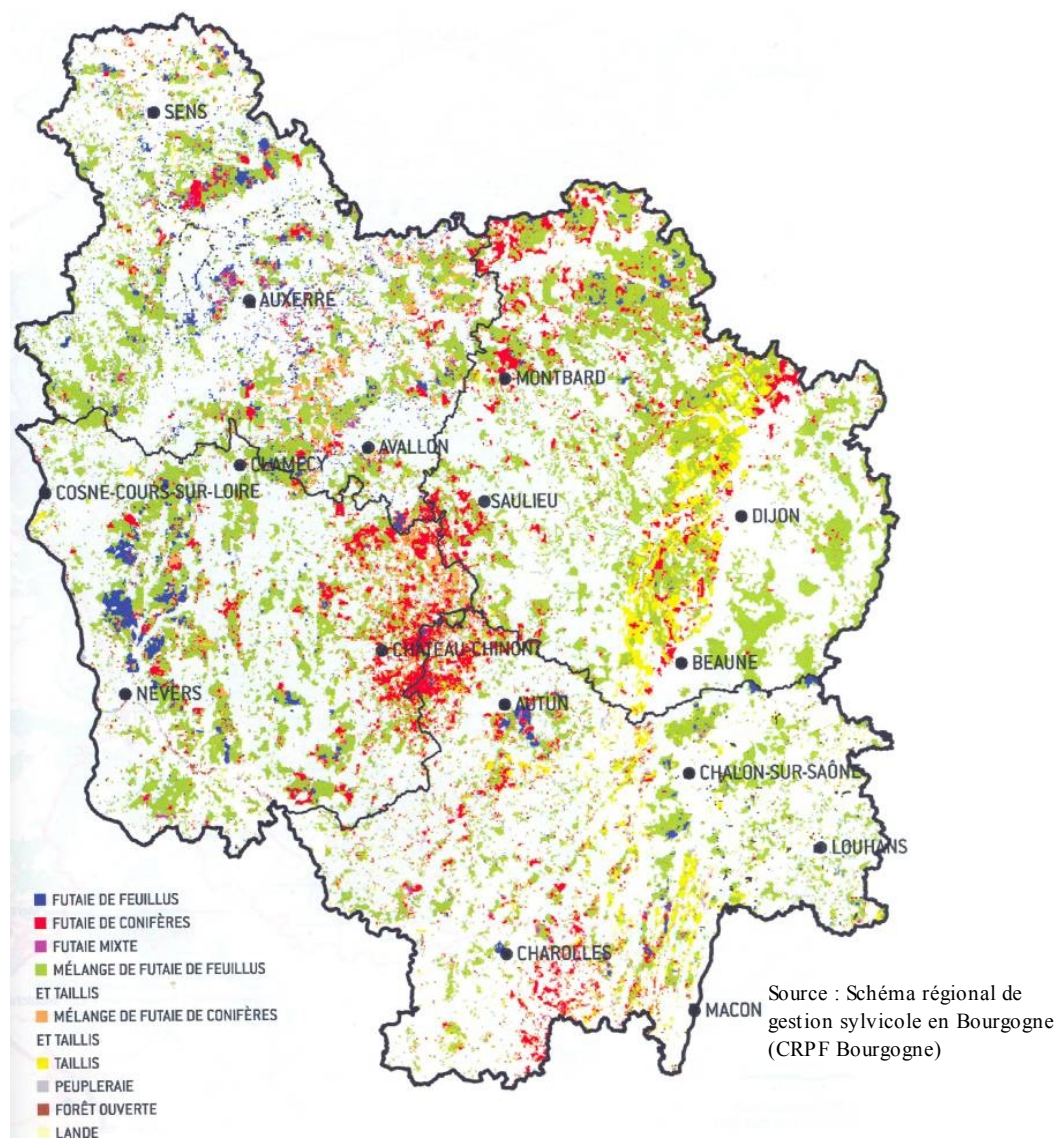
1-1) Les propriétaires forestiers

Un tiers des forêts bourguignonnes est public (forêts domaniales et communales), un tiers appartient à environ 3200 propriétaires privés possédant chacun plus de 25 ha, le reste se répartissant entre 161 000 bénéficiaires (ce qui représente pour ces derniers une surface moyenne possédée de 1,6 ha environ). (données plus précises en annexe)



1-2) La nature des peuplements et leur répartition spatiale

En Bourgogne, les **feuillus couvrent 83 % des surfaces** boisées, les résineux ne représentant que 17 %. Forte d'un volume sur pied d'environ 160 Mm³¹, la forêt bourguignonne croît chaque année d'environ 6Mm³ (~4 Mm³ feuillus et ~2Mm³ résineux)



Peuplement par essence, en Bourgogne (diagramme de gauche) et en France (diagramme de droite)

¹ Suivant les sources utilisées, les estimations varient d'une dizaine de millions de m³

1-3) L'exploitation actuelle des bois en Bourgogne

Au regard de la croissance biologique de la forêt évaluée à ~6 Mm³/an, seule une partie de cette dernière (représentant un peu plus de la moitié voire les 2/3 suivant les estimations) est récoltée, soit à travers une commercialisation (~2,2 Mm³/an, moitié feuillus, moitié résineux) soit l'autoconsommation (évaluée² à ~1 Mm³/an feuillus) destinée à un usage chauffage.

Récolte totale³

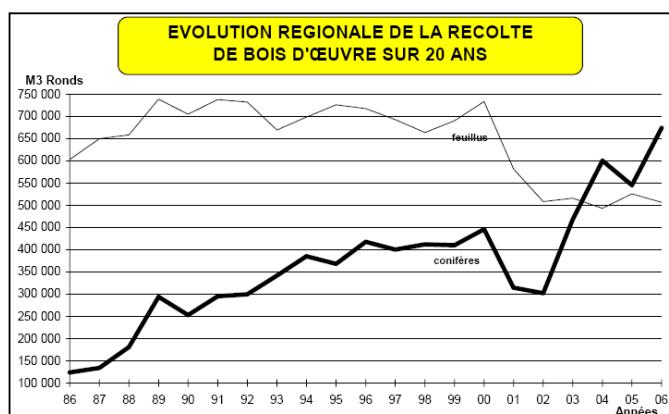
	Volume de récolte 2008 (m³ bois rond/an)		% du volume total de récolte en 2008
	Feuillus	Résineux	
Bois d'œuvre	532 628	697 335	40 %
	1 229 963		
Bois d'industrie	624 287 (en grande partie bois de trituration)		20 %
Bois de chauffage	1 300 000*		40 %
Dont commercialisé par les entreprises	254 753 (majoritairement feuillus)		
Total Bourgogne	3 154 250		100 %

*y compris le bois de chauffage auto-consommé, le bois de chauffage vendu sur pied aux particuliers...

A noter que le bois d'œuvre représente la même proportion que le bois de chauffage (40% chacun), mais que ce dernier échappe en majorité aux circuits de commercialisation. Par ailleurs, une partie de la récolte est exportée, soit à l'extérieur de la région (bois de trituration notamment), soit même vers l'étranger (environ 9% de la récolte commercialisée).

Cas du résineux :

La récolte correspondant globalement à la moitié de l'accroissement. Cette sous-exploitation est normale pour le Douglas puisque les peuplements sont encore jeunes et donc en croissance. Les statistiques montrent cependant une augmentation régulière de la récolte de ce type de peuplements qui se poursuivra au cours de la prochaine décennie.



²A souligner la difficulté à estimer cette part de la récolte

³Source : Enquête Annuelle de Branche, données 2008

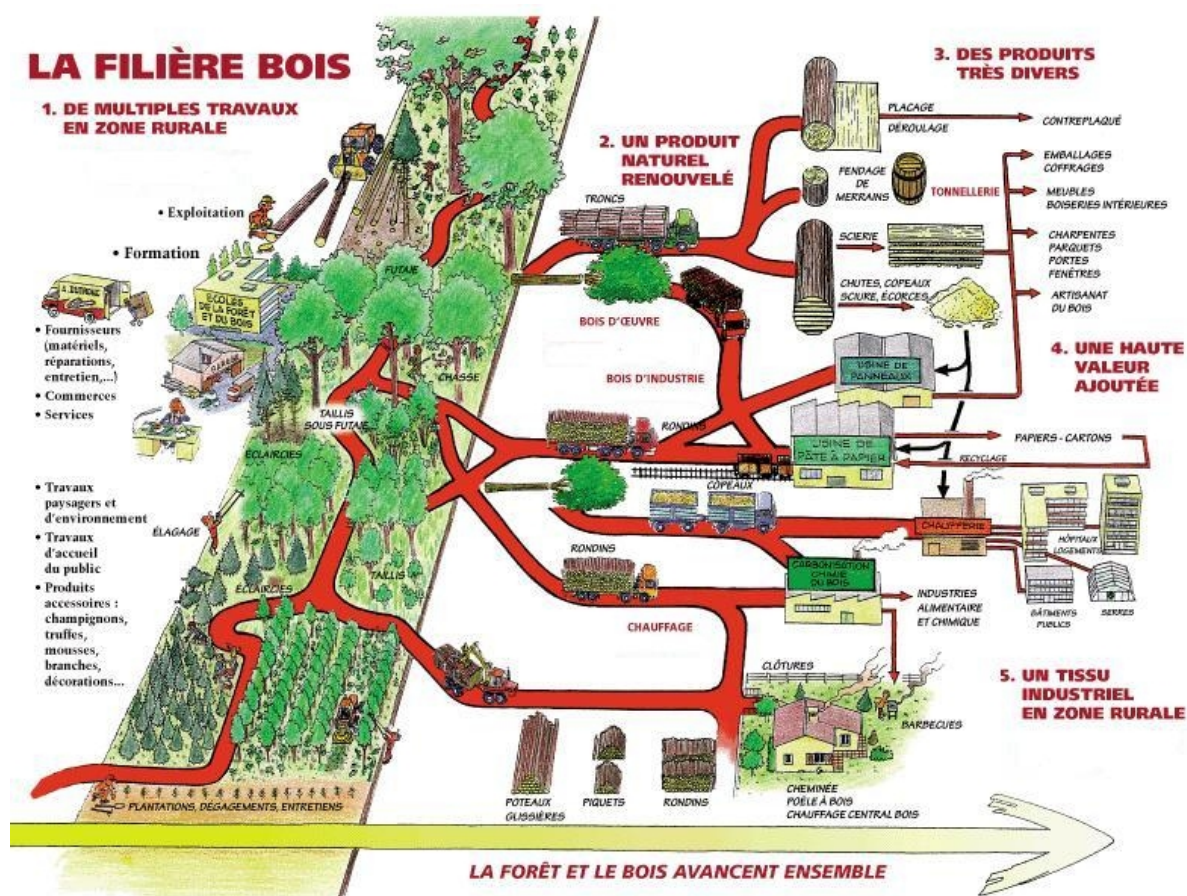
Cas des feuillus :

Pour les feuillus, la récolte de bois ne dépasse pas 60% (autoconsommation incluse) alors que la production totale s'élève à environ 4 millions de m³/an. Chaque année, le volume de bois feuillus sur pied augmente donc de façon significative : ainsi, en 13 ans, cette augmentation est estimée sur l'ensemble de la Bourgogne à 25 millions de m³, soit environ 1,9 millions de m³/an. Même si l'on divise ces chiffres par 2 pour prendre des précautions par rapport aux réfections à faire et à la précision des estimations, la capitalisation des bois sur pieds feuillus est une réalité.

Mais, dans le même temps, la récolte de bois d'œuvre feuillus a diminué sensiblement depuis 2001 et stagne depuis quelques années. Les industriels confirment leurs difficultés à trouver des bois d'œuvre de qualité en quantités suffisantes.

On peut donc en déduire que l'augmentation de volume se fait en grande partie dans des surfaces considérables de peuplements feuillus de qualité médiocre (taillis, mélanges futaie-taillis, ...) dont une grande partie est sous-exploitée depuis la dernière guerre. Ils vieillissent donc en capitalisant du bois de très faible valeur, souvent techniquement ou économiquement peu exploitable.

2) La filière bois et la production de bois-énergie



2-1)Caractérisation générale:

La filière bois s'attache à valoriser tous les produits issus de la forêt. Ainsi, le tronc des arbres adultes, selon sa qualité, est scié, tranché ou déroulé pour être utilisé en menuiserie, ameublement, charpente, emballage..., c'est le **bois d'œuvre**. Les jeunes arbres et les branches des arbres adultes sont utilisés dans les industries du papier et du panneau, c'est le **bois d'industrie**, ou sous forme de **bois-énergie** (directement comme bois de chauffage ou broyé sous forme de plaquettes forestières). De même, lors de la transformation du bois d'œuvre en planches, meubles ou maisons, des connexes (écorces, sciures, chutes...) sont produits, ceux-ci peuvent alors être valorisés en bois de trituration ou en bois énergie.

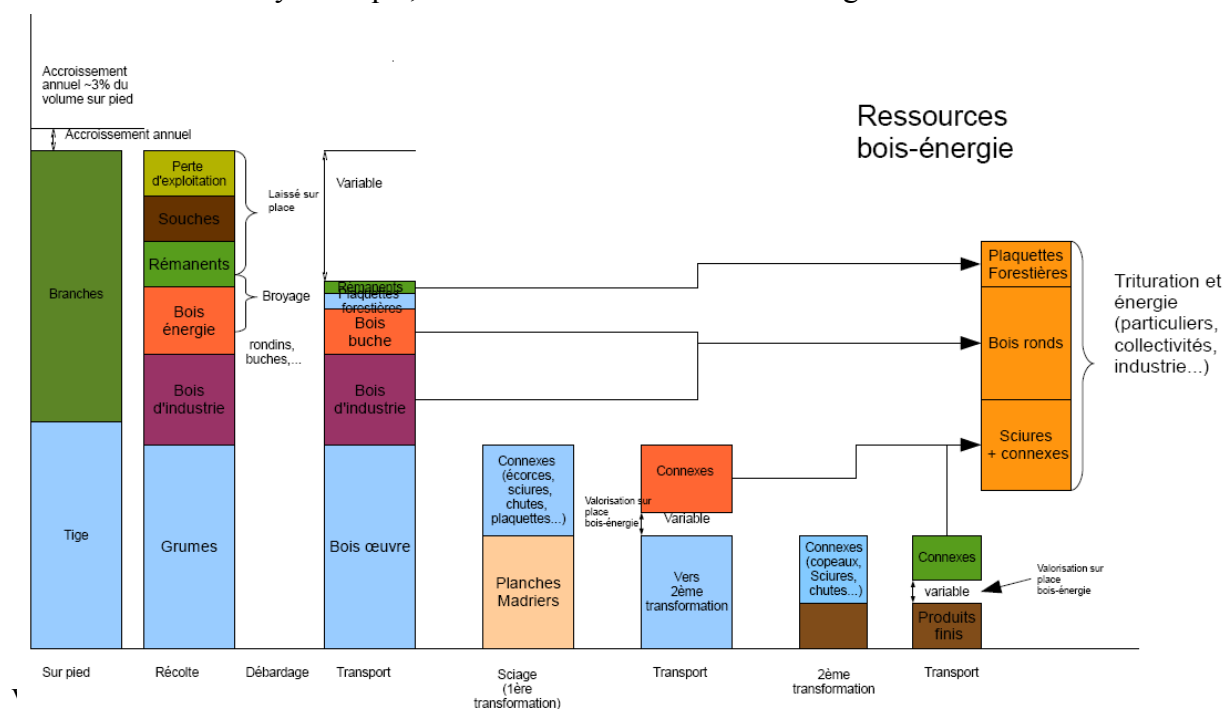
*Nota : La définition « bois d'industrie » recouvre, outre le **bois de trituration** qui en représente la quasi totalité, le bois de mines, poteaux, etc....La récolte 2008 en Bourgogne a ainsi été de 600 000 m³ pour le bois de trituration et seulement de 20 000 m³ pour les autres bois d'industrie. D'où une assimilation fréquente entre les deux notions.*

2-2) La production de bois-énergie :

Le bois énergie, très lié à l'ensemble de la filière, est donc issu :

- de l'entretien de la forêt et des petits bois d'éclaircie, c'est-à-dire des bois récoltés pour donner plus de place aux autres et donc les laisser pousser plus vite, permettant ainsi l'amélioration de la forêt et la production de bois d'œuvre de qualité (leur importance dépend du type de peuplement, de la sylviculture, de son intensité) ;
- la partie haute du tronc (le pourcentage dépend du diamètre de l'arbre et de l'essence) et les branches (on considère un ratio moyen de 0,44 pour les feuillus et 0,2 pour les résineux), la partie basse du tronc étant utilisée pour faire des sciages ;
- les produits connexes des industries du bois, que ce soit les industries de premières transformation (sciage) ou de seconde (ameublement, palette, charpente,...). Il s'agit de sciure, de copeaux, de chutes de bois, d'écorces... Par exemple, pour produire un mètre cube de sciage, il faut de l'ordre de 2 m³ de grume (= tronc). Dans la menuiserie, l'ameublement, le rendement est également de l'ordre de 50 % lorsque la matière première est du sciage.

De manière synthétique, les diverses sources de bois-énergie sont donc les suivantes :



Si, techniquement, on peut produire du bois énergie avec n'importe quelle partie de l'arbre, cela n'est absolument pas souhaitable car la transformation du bois en construction, meuble, emballage et même en panneau ou papier est nettement plus créatrice de valeur ajoutée et d'emplois notamment. De plus, le bois en fin de vie pourra toujours être utilisé en bois énergie (même si cela est plus compliqué).

Hormis les résidus découlant de l'entretien de la forêt, les sources de bois énergie dépendent des usages du bois en tant que matière première. **Le développement du bois-énergie est donc étroitement lié à celui des industries du bois.**

La plaquette forestière :

Actuellement, la production de plaquettes forestières est principalement réalisée à partir de bois secs, bois d'éclaircie qui n'intéressent pas l'industrie de la trituration, branches... Ce produit permet de trouver de nouveaux débouchés à des produits actuellement peu valorisés et donc d'apporter une rémunération supplémentaire pour une sylviculture de qualité. Elle est utilisée exclusivement en bois énergie dans les chaufferies automatiques

Données 2008	Tonnages commercialisés (tonnes brutes/an)	Tonnages commercialisés (MAP/an)	Évolution 2006-2008
Bourgogne	12000	34300	20,00%

Le marché est principalement un marché local avec plus de 90 % des approvisionnements et plus de 70 % des débouchés en intra-régional.

Les acheteurs de plaquettes forestières sont pour la moitié des industriels et pour plus de 40% des collectivités. Le restant est vendu aux particuliers.

Le bois servant à la réalisation de plaquettes forestières provient à parts égales de forêts publiques et privées. Il est à noter que le gisement concernant les espaces verts (paysagismes, arbres d'alignement, etc.) représentent un gisement valorisable non négligeable et en expansion.

On considère à l'échelon d'un territoire communal qu'en moyenne⁴ l'entretien d'un hectare permet en principe d'alimenter une chaudière de 2 kW (sur la base de l'accroissement annuel de volume d'environ 4m³/ha/an). Si ce ratio peut se vérifier pour de petites installations de proximité, faisant appel à une main d'œuvre locale sur des parcelles éventuellement de petites tailles, parfois peu accessibles, grâce au foisonnement des ressources forestières disponibles au voisinage permettant ainsi d'assurer un approvisionnement régulier, en revanche, toute approche plus globale s'avèrerait erronée. Schématiquement 100 installations de 25 kW dispersées sur le territoire pourraient être alimentées par l'entretien de 1 250 ha répartis à leurs voisinages, mais cette même surface ne permettra pas d'approvisionner une unique chaufferie de 2500 kW qui nécessitera une industrialisation de son approvisionnement difficilement compatible avec un éparpillement de la ressource.

⁴Compte tenu de la fréquence des interventions et de leurs natures, la récolte liée à l'entretien ne présente pas un caractère régulier et au contraire peut varier énormément d'une année à l'autre.

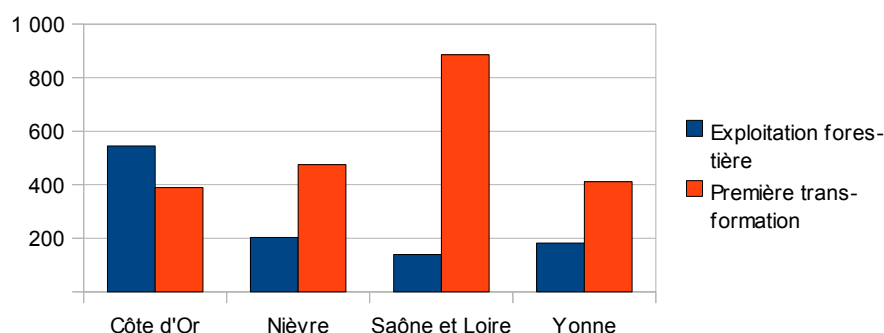
2-3) Les industries du bois présentes en Bourgogne

Les activités de la filière forêt bois (exploitation forestière + scierie) représentent en Bourgogne près de **4 700 emplois**⁵, dont environ 1 500 non salariés, et plus du triple en prenant en compte l'ensemble de la filière.

Activités	Emplois totaux en Bourgogne
Sylviculture, exploitation forestière et services forestiers	~2 500 (dont 1500 non salariés)
Première transformation (sciage et rabotage, imprégnation, fabrication de panneaux)	~2 200
Deuxième transformation	
- Travail du bois (charpentes et menuiseries, emballage en bois, tonnellerie, objets divers en bois)	~1 700
- Fabrication de meubles (meubles de bureau, magasin, cuisines, autres mobiliers et industries connexes de l'ameublement)	~2 450
- Fabrication de papier, carton, cartonnages, emballages papier, papeterie, industrie du carton ondulé	~2 200
Construction (charpente, menuiseries bois et plastique, agencement de lieux de vente)	~4 100
Commerce	~450
Total	~15 600 (dont 2 500 non salariés)

A noter la particularité du bois-énergie, qui intéresse des emplois locaux et pérennes. Contrairement à d'autres énergies renouvelables comme l'éolien ou le solaire, où les emplois sont essentiellement liés à la construction des installations et peu à l'entretien, le bois-énergie crée surtout des emplois nécessaires à la production du combustible ; ce sont donc des emplois qui s'inscrivent dans la durée pour l'essentiel.

Par ailleurs, une large part de ces emplois se situe dans des zones rurales faiblement peuplées. Les activités liées à la forêt contribuent ainsi à limiter les déséquilibres de répartition des hommes et des activités sur le territoire bourguignon.



Répartition entre département des emplois salariés

⁵Données 2007

Sur la base des consommations de bois énergie en Bourgogne, on estime ainsi à environ 140 le nombre d'emplois dans les entreprises bourguignonnes dans la filière bois en bûches. De plus, les chaufferies collectives et industrielles généreraient de l'ordre de 100 emplois en Bourgogne pour leur approvisionnement. De plus, elles en génèrent pour leur installation, leur entretien ...

3) La consommation actuelle de bois énergie en Bourgogne

Celle-ci se répartit entre bois bûches et plaquettes . On estime ainsi la consommation en bois énergie actuelle en Bourgogne à environ :

	Consommation actuelle annuelle en Bourgogne de bois énergie	
	En tonnes	En m ³ plein ⁶
Bois en bûche	1,7 million de stères soit environ 1 Mt	1,1 millions de m ³

Le bois sous forme de bûche consommé en Bourgogne, principalement auto-consommé ou exploité en marge des circuits commerciaux habituels⁷, représenterait 1,1 millions⁸ de m³/an (source : CEREN 2006). De plus, environ 200 000 m³/an de bois de chauffage sont exploités en Bourgogne avec une valorisation en dehors de la Bourgogne. Le CEREN note que la consommation de bois en bûche est en baisse depuis la précédente enquête en 2001 (- 28%). Entre 1992 et 2006, la Bourgogne a même divisé par 2 sa consommation de bois-bûche.

A noter que pour le bois bûche commercialisés par des entreprises de la région, l'approvisionnement provient essentiellement de la région (de l'ordre de 90%), mais que seul un peu moins de la moitié (environ 43 %) correspond à des débouchés régionaux (10% partent ainsi vers l'Italie).

	Consommation actuelle annuelle en Bourgogne de bois énergie	
	En tonnes	En m ³ plein ⁶
Plaquettes	205 000 tonnes	225 000 m ³
dont plaquettes forestières	20 000 tonnes	22 000 m ³
dont connexes des entreprises du bois	180 000 tonnes	198 000 m ³
dont autres bois (broyat de palette, granulés...)	5 000 tonnes	5 500 m ³

Malgré les incitations à développer les chaufferies collectives et industrielles depuis 2007 avec de la plaquette forestière, les quantités consommées restent modestes (estimées actuellement à 20.000 tonnes par an) Les chaufferies antérieures à 2006 fonctionnent principalement avec des sous-produits de scieries ou des DIB (déchet industriel banal).

⁶Diffère du map (m³ apparent de plaquettes)

⁷Directement entre propriétaires et particuliers ou agriculteurs

⁸Certaines estimations vont jusqu'à 1,5 millions de m³

Nombre et puissance des chaufferies collectives et industrielles en décembre 2009

	Nombre d'installations	Puissance totale (kW)	Consommation totale (TB/an)	Tep/an	Mwh/an
Chaufferies collectives	118	44 607	47 724	12 144	139 591
Chaufferies dans les industries du bois	79	150 422	127 243	36 974	429 857
Chaufferies dans les industries hors bois	11	45560	29 741	8 780	102 073
Total	208	240 589	204 708	57 898	671 521

(source ADEME/Aprovalbois)

Les données concernant la consommation des particuliers en plaquettes ou granulés ne sont pas connues, mais cette dernière reste faible, même si l'usage des granulés tendrait à augmenter.

4) Éléments économiques

A titre d'information, le tableau⁹ ci-après, établi pour la plaquette forestière sèche et calibrée, donne les ordres de grandeur des différents postes, depuis le propriétaire, l'exploitation forestière, le transport jusqu'au traitement des plaquettes :

Opération	Coût de l'opération €/tonne brute			% du coût total	% cumulé du coût total
	Mini	Maxi	Moyenne	%	%
Bois sur pied	5	15	10	14	52% soit 35€/T
Bûcheronnage manuel	10	15	12	17	
Débardage porteur ou skidder ^(*)	5	10	7	10	
Transport des bois ronds	8	12	8	11	
Déchiquetage sur plateforme	8	12	10	14	27% soit 19 €/T
Stockage des bois ronds sur plateforme et séchage des plaquettes sous abri	8	10	9	13	
Reprise et transport des plaquettes en chaufferie	8	12	10	14	14 %
Frais généraux et divers	5	5	5	7	7 %
TOTAL	57	91	71	100	100 %

(*) engin spécifique, adapté pour déplacer les troncs en massif forestier.

Cela correspond à un coût entrée chaudière d'environ 20 à 30 €/MWh

⁹Source : FCBA (exemple de coûts pour de la plaquette calibrée à environ 30% d'humidité) Données 2008

5 - Développement de la filière bois énergie : le potentiel de la forêt bourguignonne

5-1 La disponibilité théorique supplémentaire en bois énergie :

Connexes des entreprises du bois :

Actuellement la plupart des connexes des entreprises du bois correspondant à l'exploitation de la forêt bourguignonne sont déjà valorisés, le reste est disséminé sur le territoire dans des quantités assez faibles.

En outre, en dehors d'un usage pour les besoins propres de l'entreprise (chauffage, cogénération,...) qui les génère par son activité, ces produits sont déjà en grande partie utilisés par les industries du papier ou du panneau, ou le réseau de chaufferies existantes. En effet, ceux-ci sont facilement disponibles dans les entreprises et doivent être régulièrement valorisés sous peine de ralentir l'outil de production.

Aucune disponibilité supplémentaire n'est à prévoir sauf à ce que le volume de bois traité par ces entreprises du bois croisse en lien avec une exploitation plus importante du massif (cf ci-après), soit par augmentation des capacités de sciages ou de transformation des sites existants, soit par installation de nouvelles entreprises sur le sol bourguignon.

Nota : Le marché des bois de trituration est un marché européen, dans lequel le marché bourguignon n'est qu'un fournisseur parmi d'autres. Néanmoins, la concurrence des usages bois-énergie est une réalité, susceptibles de conduire à une augmentation des prix pour ces industriels.

Production et débouchés des entreprises de première transformation bourguignonnes¹⁰

Année	Production	Non valorisé	Débouchés		
			Trituration	Énergie	Autres ¹¹
2006	556 400 t	0,1%	72%	15%	13%
2007	513 000 t	0,2%	70%	18%	13%
2008	481 200 t	0,1%	67%	19%	14%

Les entreprises de deuxième transformation du bois produisent également des connexes valorisables en bois énergie. Cependant, ils sont en moindre quantité par rapport à ceux de la première transformation ; l'estimation des tonnages produits est très difficile.

Ressource forestières :

Le plus important gisement supplémentaire de bois énergie est sans conteste en forêt, en lien avec une exploitation plus importante des massifs(et donc, en corollaire, un tissu d'entreprises utilisatrices du bois matériau issu de celle-ci¹² plus dense et/ou une utilisation de

¹⁰ Source Étude Régionale Grand Est -APROVALBOIS 2010

¹¹Correspond principalement à une valorisation en carbonisation pour les dosses, en agriculture et en compost pour les écorces et les sciures

¹²Ainsi qu'il a été dit précédemment, le développement du bois-énergie est directement lié à celui des industries du bois.

toutes leurs capacités de production pour les installations existantes¹³). Diverses études¹⁴ donnent ainsi des **disponibilités théoriques** supplémentaires (i.e. ressource forestière **potentiellement exploitable** chaque année dans le cadre d'une gestion durable en sus de ce qui est déjà récolté) de **1,1 à 2,3 millions de mètres cubes par an** de bois supérieur à 7 cm de diamètre (à 98% feuillus). Une valeur réaliste semble plutôt dans la fourchette basse. A cela s'ajouterait environ **600 000 m3** de menu bois (<7 cm) (à 87% feuillus).

La répartition entre départements en serait globalement la suivante :

	Petit bois (> 7cm)	Menus bois (<7 cm)
Cote d'Or	~39%	~35%
Nièvre	~17%	~21%
Saône et Loire	~20%	~24%
Yonne	~24%	~20%

La prise en compte des rémanents (bois de diamètre inférieur à 7 cm, que ce soit les branches des arbres abattus ou les arbustes coupés dans le cadre de l'entretien) n'est pas opportune, car il est couramment admis que leur récolte peut être préjudiciable à la fertilité des sols, à l'environnement, notamment sur les sols acides du Morvan plantés en résineux. De plus, celle-ci est, toutes choses égales par ailleurs, peu rentable économiquement. Sans vouloir récolter tous les rémanents, on pourrait cependant estimer que les volumes pouvant être mobilisés sont ainsi susceptibles d'être augmentés.

Par ailleurs, à cette disponibilité théorique de 2,1 millions de m3 de bois d'industrie, bois énergie (correspondant au petit bois), le Cemagref a estimé une disponibilité supplémentaire en bois d'œuvre de 1 291 000 m3/an de bois d'œuvre, dont 728 000 m3 de feuillus. Sur la base des ratios couramment observés (50% de rendement en scierie et 50% de rendement en deuxième transformation), on peut en déduire le volume de connexes produits à partir de ces bois d'œuvre, à supposer que tout soit transformé en Bourgogne : on arrive ainsi à un peu moins de 1 000 000 m3.

	Volumes annuels	Tonnages correspondants
Petit bois	2 100 000 m3	1 900 000 t
Connexes 1ère transformation (50% volume bois d'œuvre)	645 000 m3	480 000 t
Connexes 2ème transformation (50% volume issu 1ère transformation)	320 000 m3	240 000 t
Total bois énergie	3 065 000 m3	2 620 000 t

¹³Dans le cas des scieries, toutes les installations actuelles ne sont pas au maximum de leur capacité de production.

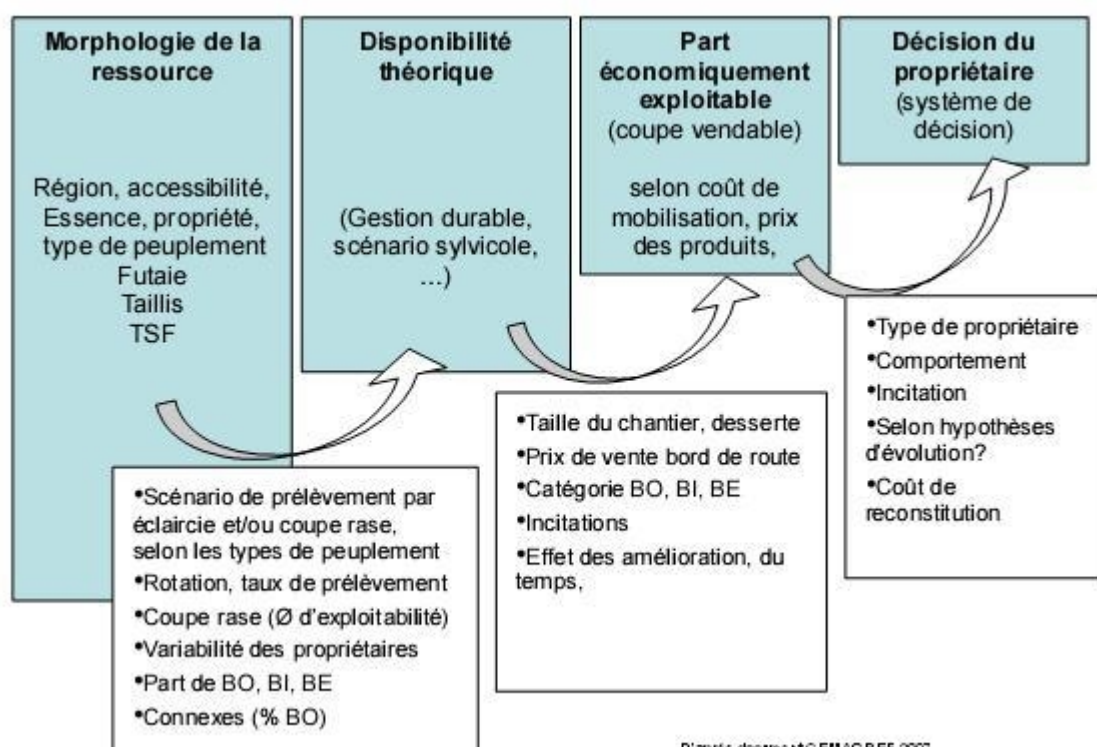
¹⁴IFN SOLAGRO, Cemagref - DGFAR, ECOBIOM

Ce qui représente donc un maximum de **3 millions de m3 de bois d'industrie, bois énergie** qui serait disponible en plus de ce qui est récolté et produit actuellement, soit environ 2,6 millions de tonnes de bois frais.

Si tout est utilisé en bois énergie, ceci représenterait donc une puissance de cogénération d'environ **260 MW électrique** et de l'ordre de **1000 MW thermique** (globalement, en première approche, 10 000t de biomasse permettent d'alimenter une cogénération d'1 MW, ce qui correspond à une puissance de 5 MW thermiques)

5-2- Les déterminants d'une augmentation de la récolte forestière

Cependant, la disponibilité évaluée par les études n'est que **théorique**, car elle ne prend pas en compte (ou très peu) l'**aspect économique et l'aspect décisionnel du propriétaire** qui reste primordial, mais qui, pour une part, échappe à la logique financière. Le schéma ci-dessous illustre ce propos.



5-2-1 Un préalable, la mise en vente du bois:

C'est le propriétaire qui décide au premier chef de mettre les bois en vente.

Or, un propriétaire peut préférer une gestion plus tournée vers l'agrément, la chasse, l'environnement et la capitalisation plutôt que la récolte. Pour la plupart des propriétaires, ne pas couper de bois n'est pas jugé mauvais pour la forêt et ils considèrent que leur capital ne perd pas de valeur.

De fait, toutes les gestions ne sont pas équivalentes en terme de production de bois de qualité, de biodiversité, de paysage mais également en terme de coûts et gains supportés par le propriétaire. L'exploitation, la gestion d'une forêt en vue de la faire fructifier et d'en obtenir le meilleur rendement, demande du temps, des compétences... que le propriétaire n'a pas forcément, notamment les petits propriétaires. La gestion forestière est en outre à regarder sur le long terme et conduit généralement à un modèle économique où on dépense d'abord (plantation, entretien,...) sur une période plus ou moins longue avant d'en tirer un quelconque revenu. Un chêne de qualité pousse ainsi pendant plus de 150 ans avant d'être récolté. Beaucoup de peuplements médiocres pourraient ainsi être améliorés en pratiquant une gestion ad hoc mais cela a un coût. Or l'exploitation en coupe rase sera toujours moins chère, moins délicate à mener que l'éclaircie sélective d'un peuplement qui permettra de favoriser les plus beaux arbres. Il faut donc donner les moyens aux propriétaires forestiers d'améliorer leur forêt et de la régénérer.

La sensibilisation des propriétaires pour les convaincre de mettre en vente leur bois a un coût au m³ de bois qui est plus important pour les petites propriétés, d'autant que ces derniers peuvent préférer conserver les parcelles en l'état, soit pour les exploiter eux-même en autoconsommation, soit simplement pour l'agrément ou par simple valeur sentimentale. D'un point de vue financier, sur la base de la surface moyenne des petits propriétaires bourguignons (1,6 ha), on arrive à un enjeu économique entre 1300 et 4000 €¹⁵ pour ce type de propriétaire (à supposer que celui-ci mette en vente la totalité du bois de ses parcelles et que cela conduise à une coupe à blanc des peuplements, ce qui n'est pas nécessairement souhaitable pour l'environnement, le paysage et même la filière car beaucoup de peuplement peuvent être améliorés sans coupe rase).

En outre, compte tenu de la surface moyenne possédée, beaucoup de ces propriétaires ne souhaitent pas mettre en vente leur bois, car c'est une procédure à laquelle ils ne sont pas familiers (méconnaissance des acteurs, des marchés, de la valeur intrinsèque,...), ils peuvent craindre de ne pas être payés ou que l'exploitation entraîne des dégâts...

De plus, le morcellement des propriétés forestières réduit la taille des coupes et l'intérêt que peuvent y porter des acheteurs éventuels, ce qui contribue à ne pas faciliter la mise en vente des bois. Il restera ainsi toujours des bois non mobilisables du fait notamment des coûts d'exploitation.

Nota : L'étude spécifique sur la ressource feuillue en Bourgogne menée par Aprovalbois (avril 2010), qui modélise géographiquement la disponibilité et prend en compte :

- les conditions réelles d'exploitation : pente, distance de débardage, franchissement de cours d'eau,
- les sylvicultures pratiquées par les propriétaires (évaluées à partir d'enquêtes auprès des propriétaires et à dire d'experts).

confirme l'incidence des différentes sylvicultures pratiquées par les propriétaires sur la disponibilité de la ressource.

5-2-2 La nécessité de marchés rémunérateurs pour tous les acteurs

La disponibilité forestière est certes importante mais, pour faire sortir plus de bois de forêt, cela demande des moyens humains et matériels et au final coûte de l'argent, et ce

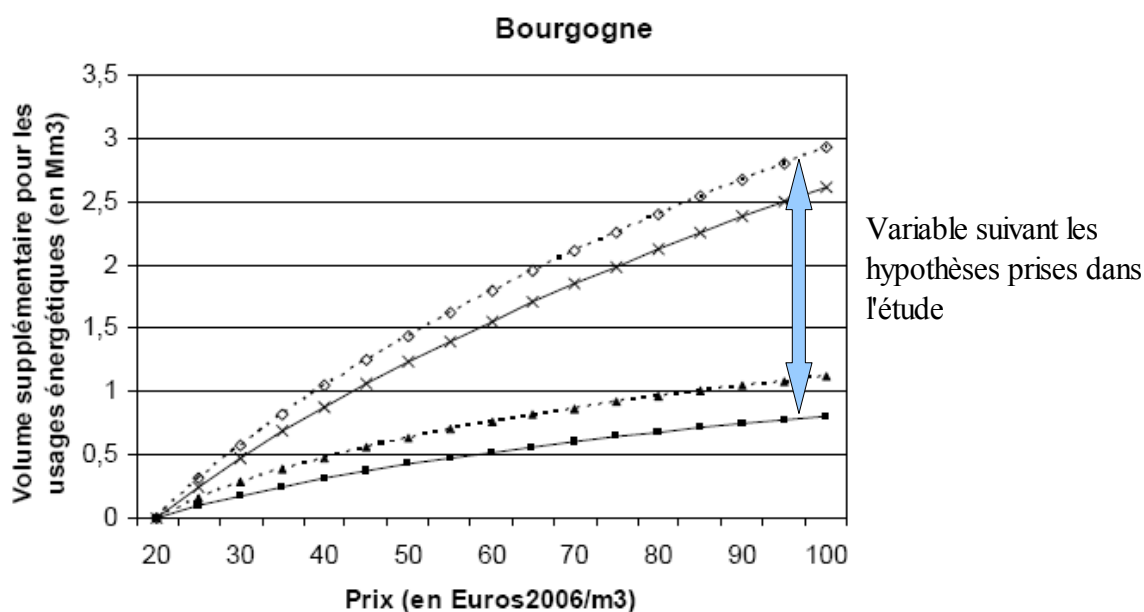
¹⁵Sur la base d'un rendement moyen de 166 m³/ha (157 Mm³ pour 945 000 ha), des coûts couramment observés (entre 5 et 15 €/t)

d'autant que les parcelles sont moins accessibles, de tailles plus faibles, avec des peuplements de qualités moindres. En effet, la plupart des ressources de bois disponibles supplémentaires ne sont actuellement pas mises sur le marché parce que :

- soit il n'y a pas de marché en l'état pour ces bois,
- soit ils ne sont pas techniquement exploitables du fait de leur localisation, de leur faible volume à l'ha et/ou de leur difficulté de mobilisation, du morcellement des propriétés, ...
- soit ils ne sont pas économiquement mobilisables au prix du marché actuel (trop coûteux à mobiliser par rapport au prix rendu usine).

Le bois ne sortira donc de forêt que **si des débouchés existent** également et si ceux-ci permettent de **rémunérer tous les acteurs**, le propriétaire forestier en premier mais également toutes les entreprises qui interviennent dans l'exploitation et la transformation du bois, depuis l'abattage jusqu'à sa transformation en produit fini.... tout en restant compétitive pour l'utilisateur final!

Le développement du bois énergie ne suffira pas seul à faire sortir de forêt des quantités supplémentaires importantes de bois, notamment vu les prix actuels de la biomasse rendue chaufferie. Une analyse économique¹⁶ a clairement montré que, si la structure de l'offre reste inchangée (pas de modification des préférences des propriétaires, pas de nouvelle desserte, pas de progrès technique), une hausse des usages énergétiques du bois d'ici 2016 ne pourra s'obtenir qu'avec une hausse de prix importante.



Les projets bois énergie devront donc absolument être fondés sur un prix du bois rendu chaufferie plus important qu'actuellement pour que l'exploitation porte non seulement sur les propriétés déjà gérées, exploitées, qui sont a priori celles les plus accessibles et aux meilleurs peuplements car prisés par les industries du bois, mais également sur toute la forêt.

¹⁶Étude Cemagref Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels – Partie 3 : partie économique (2007)

Par ailleurs, le coût de **la plaquette forestière issue de ces peuplements sera dans tous les cas beaucoup plus élevé que celui de la plaquette industrielle**, eu égard au coût d'exploitation et donc au « coût rendu ».

5-2-3 La création de nouveaux débouchés

De nouveaux débouchés pour le bois d'œuvre, dans la plupart des cas plus rémunérateurs et donc plus intéressants pour les propriétaires, sont donc nécessaires, notamment pour les bois d'œuvre feuillus de moindre qualité qui actuellement trouvent peu de débouchés.

A noter à cet égard la menace que représente la concurrence exercée par les pays à faible coût de main-d'œuvre sur les entreprises de 2ème transformation (meubles, parquet,...) qui pourrait conduire à réduire globalement la demande en feuillus, et par voie de conséquence le volume de bois-énergie disponible. A l'inverse, la demande en résineux tend à croître.

L'étude lancée fin 2009 conjointement entre le Conseil Régional et la profession pour la recherche de matériaux et produits de construction substituables par des produits en chênes de qualité secondaire (éléments de structure en bois massifs reconstitués, dalles et murs en bois massifs, bardages et platelages extérieurs, panneaux multiplis de placages, panneaux isolants de fibres, ...) s'inscrit dans cette logique de recherche de nouveaux débouchés.

Encore marginale, la construction bois offre des perspectives de développement important, mais reste encore conditionnée à l'implication des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'œuvre, et au frein culturel existant au regard de ce type de construction. Le renforcement de la réglementation thermique devrait toutefois permettre de favoriser son essor, une fois réglés les problèmes d'ordre normatif (tenue au feu, structurel) qui subsistent actuellement. Son développement passe également par la création d'usines de préfabrication et l'industrialisation de la filière. La difficulté est toutefois d'assurer une offre pour une demande encore émergente mais qui tend à croître.

Les récentes dispositions réglementaires¹⁷ renforçant le minimum de bois dans les constructions neuves devraient y contribuer.

Il convient toutefois de garder à l'esprit que les nouveaux débouchés pour le bois d'œuvre sont plutôt pour les résineux alors que la disponibilité supplémentaire est plutôt en feuillus, compte tenu de la typologie de la forêt bourguignonne, ce qui constitue un handicap à la création de nouveaux débouchés.

5-2-4 Des infrastructures, des hommes, du matériel

Pour sortir le bois de la forêt, il faut également des infrastructures (une bonne desserte forestière, des places de dépôt,...), des personnels formés avec des machines performantes pour abattre et débarker le bois dans de bonnes conditions économiques et de sécurité. Enfin, le transport jusqu'au client final nécessite des camions et des routes, parfois communales, accessibles aux poids lourds et en état.

¹⁷Décret n° 2010-273 du 15 mars 2010

Les moyens nécessaires pour récolter 1 million de mètres cubes de bois supplémentaire sont estimés, suivant les scénarios retenus, **de 260 à 450 personnes** supplémentaires environ et à plus d'une **cinquantaine de millions d'euros** d'investissement¹⁸.

5-3) Des industries du bois en mesure de transformer le bois exploité

Ainsi que cela a été dit, la présence d'industries du bois, au premier rang desquelles les scieries, sur le territoire bourguignon, est de nature à induire et à produire une grande part du bois-énergie.

On observe des projets soit d'augmentation de la capacité des scieries existantes, soit de développement en deuxième transformation, soit des implantations de nouvelles installations à des stade divers de réalisation. A remarquer que celles-ci visent plutôt la ressource résineuse (dont le potentiel est en croissance mais pas illimité)

5-4) Potentiel envisageable à l'horizon 2020 en bois-énergie

En préambule, il convient de rappeler que toutes ces estimations de potentiel restent soumises aux incertitudes liées aux impacts d'aléas climatiques type tempête de 1999 susceptibles de ravager les peuplements, et de modifier fondamentalement la ressource, et dans une moindre mesure au changement climatique (sécheresses plus fréquentes, impact accru de ravageurs...) voire même modification des aires de répartition de certaines essences qui conduisent d'ores et déjà les forestiers à envisager d'autres types de plantations lors des reboisements.

Les données disponibles ainsi que les réflexions conduites en 2009 au cours de la préparation du Plan régional de mobilisation des bois ont permis aux experts de la DRAAF d'estimer¹⁹ les volumes supplémentaires potentiellement mobilisables d'ici 2020 à :

–2012: 300.000 m3, dont 100.000 m3 résineux

–2020: 1 million à 1,5 million de m3, dont 0,5 à 0,6 million m3 résineux

ce qui représente environ les tonnages de l'ordre de **750 000 à 1 000 000 t** en bois-énergie.

La DRAAF Bourgogne considère en effet l'objectif de mobilisation supplémentaire suivant à l'échéance 2020 :

Bois d'œuvre résineux	500.000 à 600 000 m3
Bois d'œuvre feuillus	50.000 à 100 000 m3
Bois d'industrie	0
Bois-énergie /bûche	100.000 à 200.000 m3
Bois-énergie /plaquette	<u>400.000</u> à 600.000 m3
 TOTAL	 1.050.000 à 1 500 000 m3

Sur la base du même type de calcul que celui réalisé précédemment au paragraphe 5-1, on arrive au volume global de biomasse suivant :

¹⁸ Étude FCBA

¹⁹ à partir d'extrapolations raisonnables pour certains marchés, mais simultanément hasardeuses sur d'autres marchés

	Volumes annuels Bois-énergie supplémentaires escomptés 2020	Tonnages correspondants
Bois bûches	100 à 200 000 m3	90 000 t à 180 000t
Plaquettes forestières	400 000 m3 à 600 000m3	350 000 à 500 000t
Connexes exploitation bois œuvre	Inclus dans la valeur « plaquette forestière »	-
Connexes 1ère transformation (50% volume bois d'œuvre)	275 000 m3 à 350 000 m3	200 000 à 260 000 t
Connexes 2ème transformation(50 % volume issu 1ère transformation)	137 500 m3 à 175 000m3	100 000 à 130 000 t
Total bois énergie	912 500 m3 à 1 325 000 m3	740 000 à 1 070 000 t

Soit une puissance de cogénération d'environ **70 à 100 MW** électrique et de l'ordre de **370 MW** thermique

Nota : Ce calcul ne prend toutefois en compte que l'exploitation de la forêt bourguignonne, et non la production de bois-énergie découlant de la production d'installations implantées en Bourgogne et transformant des bois en provenance d'autres massifs. A l'inverse, ce calcul ne déduit pas les volumes récoltés en Bourgogne et transformés hors de la région.

Si l'on fait l'impasse sur la récolte de rémanents résineux à l'occasion des chantiers d'exploitation (qui n'est pas recommandable en général et à proscrire absolument sur les sols acides et pauvres du Morvan), on peut considérer en Bourgogne que ***le bois-énergie doit se développer principalement avec des bois feuillus***, dont la ressource est très abondante en Bourgogne, mais de façon dispersée sur le territoire, dans les taillis vieillis ou mélanges futaie-taillis de médiocre qualité, pas ou peu exploités depuis la dernière guerre.

6) Quelle utilisation supplémentaire du bois-énergie?

6-1) Recommandations générales pour la valorisation énergétique du bois

Il convient tout d'abord de rappeler quelques principes de base :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique (au sens ***économie d'énergie***) doit au préalable être recherchée, préalablement ou simultanément au développement du bois-énergie. Une bonne isolation thermique doit ainsi précéder le dimensionnement de la chaudière bois.

- la ***valorisation énergétique du bois*** (qui économise de l'énergie fossile) ***ne doit pas être privilégiée par rapport à la valorisation matière*** (qui stocke du carbone). Il convient donc de ne brûler que du bois de qualité médiocre pour lequel aucune autre utilisation n'aura été trouvée ou du bois en fin de vie.

- Il faut éviter la concurrence avec les industries de trituration qui valorisent déjà la fibre (usines de panneaux, pâte à papier, ...), surtout si elles sont situées à distance raisonnable des sources d'approvisionnement.

- le développement de la *valorisation énergétique du bois* doit se faire prioritairement en « *circuits courts* », de *préférence à partir de plaquette forestière*, dont le coût d'approvisionnement sera toutefois toujours plus élevé qu'avec de la plaquette industrielle, qui, en l'état du marché, a déjà un débouché.

- *la chaleur dégagée* par la combustion du bois *doit être valorisée au maximum*, ce qui doit conduire à ne pas favoriser des projets dont le rendement énergétique global est inférieur à (60%). Les projets de cogénération « bois-électricité » n'ont de sens que si les projets sont installés sur des sites qui valorisent bien la chaleur et qui en ont besoin toute l'année ou au moins une grande partie de l'année. C'est donc a priori le besoin chaleur qui doit guider le dimensionnement de l'installation, et non la production d'électricité.

6-2) La consommation supplémentaire :

Pour les particuliers :

Le bois-bûche :

L'utilisation de bois-bûche en Bourgogne n'augmentera vraisemblablement pas, malgré l'attrait grandissant du bois comme chauffage principal ou d'appoint, du fait de l'amélioration de l'isolation des logements et de l'augmentation du rendement énergétique des appareils de chauffage au bois. Le vieillissement des populations rurales et la désaffection pour ce mode de chauffage, physiquement contraignant, pourrait au contraire conduire à une baisse des consommations, à l'instar de la tendance observée depuis plus de 15 ans.

On peut cependant imaginer une poursuite ou même un renforcement des flux de bois-bûches vers les régions voisines (Ile de France, Midi) ou sur l'Italie, pour des **volumes supplémentaires qui peuvent être imaginés à 50.000 m3 d'ici 2012, puis 200.000 m3/an d'ici 2020.**

Le granulé de bois ou pellet :

Le développement de chaudières individuelles fonctionnant aux pellets, associé au confort d'une alimentation régulée, peut permettre d'envisager un usage plus répandu de ce type de chaudière, en lien avec une offre croissante de granulés. Il convient toutefois de garder à l'esprit que ce type de produit demande de la sciure et crée des tensions sur ce connexe de l'industrie du bois, très prisé également par l'industrie du panneau.

Nota : Le marché du granulé (appelé "pellet"), produit relativement récent constitué de sciure compressée et d'usage encore relativement confidentiel, réservé pour l'instant essentiellement au chauffage individuel, tend à se développer. Plusieurs unités de fabrication sont ainsi en projet en Bourgogne (La Machine, Autun, La Roche en Brenil, ...), en lien généralement avec des unités de sciage. Par ailleurs, l'utilisation de granulés dans les centrales thermiques du Benelux, de Grande Bretagne ou d'Allemagne comme alternative pour partie au charbon pourrait constituer un marché potentiel d'importance compte tenu des volumes nécessaires. Cette augmentation de marché ne peut s'envisager qu'avec une augmentation du volume de sciure produite

Pour les chaufferies collectives :

Les connexes des industries du bois

Ceux-ci sont déjà utilisés (production actuelle), et l'augmentation de connexes sera valorisée sans difficulté (soit comme matière première pour des pellets -cas de la sciure-, soit comme plaquettes, eu égard à son coût qui restera toujours moins important que celui de la plaquette forestière)

La plaquette forestière :

Une chaufferie bois nécessite un silo de stockage, ainsi qu'un accès adapté à l'alimentation de la dite chaufferie par les camions de livraison. L'investissement est donc plus important et la place nécessaire plus grande que dans le cas d'une installation classique, avec en corolaire, un coût de réalisation d'un tel aménagement qui dépend de la configuration des lieux, mais de toute façon plus élevé.

La construction de chaufferies collectives s'accompagne généralement de celle d'un réseau de chaleur, permettant ainsi l'alimentation des différents bâtiments chauffés.

D'où au final des coûts d'investissement qui représentent près de la moitié du coût des chaufferies envisagées (ratio déterminé sur la base des dossiers de subvention déposés en 2009). Ce « surcoût » est toutefois acquis et ne viendra plus grever le renouvellement des installations ultérieurement, ou du moins dans une moindre mesure.

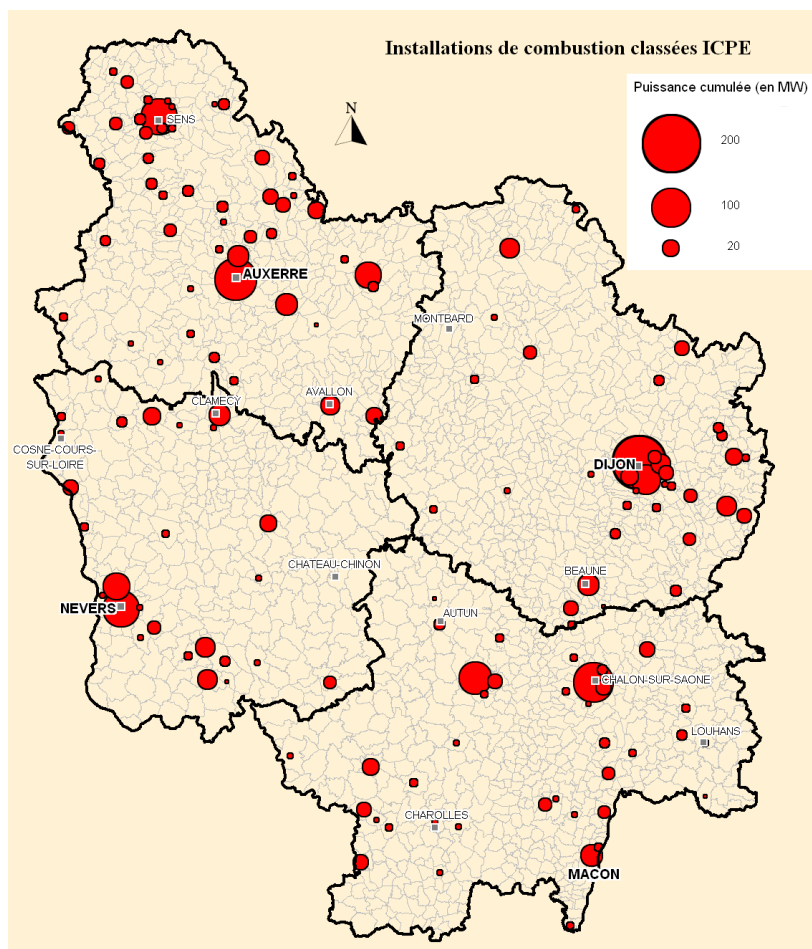
La réalisation d'ici 2020 de 400 chaufferies collectives en Bourgogne conduirait ainsi à un volume de plaquette consommés qui pourraient être évalués à **300.000 m3/an**.

Pour les chaufferies industrielles

La différence avec les chaufferies collectives résulte essentiellement dans la taille et la puissance de l'installation, qui, dans certains cas, peut permettre d'envisager la réalisation d'une cogénération.

Compte tenu des volumes en jeux, nécessairement importants, cela passe par une **structuration de la filière d'approvisionnement** permettant d'assurer une garantie de fourniture sur le long terme et la conclusion de contrat d'approvisionnement en cohérence avec les besoins industriels.

A titre d'illustration, la carte ci-jointe localise les installations actuelles de combustion soumises au régime des ICPE (déclaration ou autorisation) au titre de la rubrique 2910 « Combustion », soit environ 300 installations en Bourgogne dont il pourrait être envisagé qu'un certain nombre d'entre elles puissent évoluer vers une installation biomasse, dès lors que les conditions de place (stockage notamment) le permettraient. Ces installations représentent une puissance thermique cumulée de 2070 Mwth représentant ainsi une consommation théorique de plus de 4 200 000 tonnes/an de biomasse (soit 4 à 5 fois le potentiel supplémentaire envisageable à l'horizon 2020 [cf 5.4] et environ 1,5 fois le potentiel supplémentaire théorique de la forêt bourguignonne)



Deux mécanismes sont susceptibles de favoriser le développement de ces chaufferies industrielles, à savoir le « fonds chaleur » (soit à travers des appels d'offres nationaux pour des projets supérieurs à 1000 tep/an [soit ~4000 t/an de bois], soit à travers les aides de l'ADEME pour les projets de puissance inférieure) et le cas échéant les appels d'offres lancés par la Commission de Régulation de l'Énergie pour des puissances plus importantes, dont le dimensionnement est alors basé sur la production électrique.

Cas des installations de cogénération

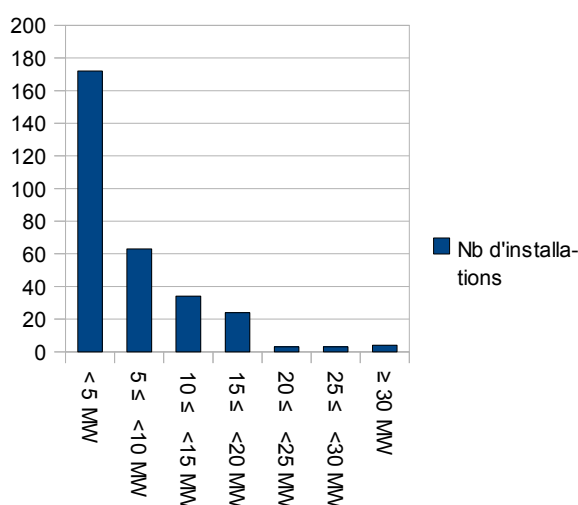
Une utilisation rationnelle est celle des installations de cogénération, produisant simultanément de la chaleur et de l'électricité. Le tarif d'achat instauré par arrêté ministériel du 28 décembre 2009 favorise cependant les installations de puissance supérieure à 5 MWe, ce qui représente une puissance thermique d'environ 25 MWth. Pourtant, des projets de puissance moyenne à faible pourrait intéresser la consommation de plaquettes forestières. Le Comité Interprofessionnel du Bois-Énergie considère en effet que la quasi totalité des applications de cogénération bois dans l'industrie (à l'exception du cas particulier des papeteries et de quelques autres grosses industries) et dans les réseaux de chaleur se situent dans une **gamme de puissance de 0,5 à 5 MWé** pour deux raisons :

d'une part parce que la puissance thermique appelée en base (40 à 60 % de la puissance crête dans un réseau de chaleur) est 3 à 5 fois plus importante que la puissance électrique « installable »,

d'autre part parce que les gros sites industriels et réseaux de chaleur consommant de la vapeur de process ou de la chaleur (plus de 20 MW de puissance thermique appelée) font,

pour la plupart, déjà appel à une autre base existante (récupération de chaleur fatale, incinération d'ordures ménagères...)

Dans le cas présent, ce type de puissance (>5MWe) ne correspond pas bien au tissu bourguignon. (cf graphique ci dessous). L'analyse de la puissance des installations montre que seules moins d'une trentaine d'ICPE classées au titre de la rubrique 2910 ont une activité et une puissance supérieure à 15 MW (représentant une puissance totale de ~580 MW) qui pourrait laisser envisager (hors toute analyse relative à la faisabilité technique dans les emprises des sites concernés) la mise en place d'une cogénération bois. Accessoirement, une telle puissance de 5 MWe nécessite un approvisionnement de 50 000 t de biomasse par an, soit 150 t/jour en moyenne (ce qui représente de l'ordre de 4 à 5 camions par jour).



Répartition des installations en fonction de leur puissance

La taille des installations peut également conduire à mobiliser d'autres ressources biomasse, telles la paille, les cultures dédiées qui, par la mécanisation, permettent d'envisager des coûts de production moins consommateurs de main d'œuvre, et globalement moins couteux que la plaquette forestière.

Quoiqu'il en soit, la consommation de ces projets industriels peut être estimée entre **150 000 et 350 000 m3/an** en 2020 (en supposant que 5 à 10% des installations de combustion passent à la biomasse et l'apparition de projet(s) issu(s) des appels d'offres CRE) La mise en œuvre de tels projets reste cependant fortement conditionnée par des choix économiques.

7) Le bois-énergie au regard du développement durable

Plusieurs composantes intéressent le bois-énergie au regard du développement durable, à savoir :

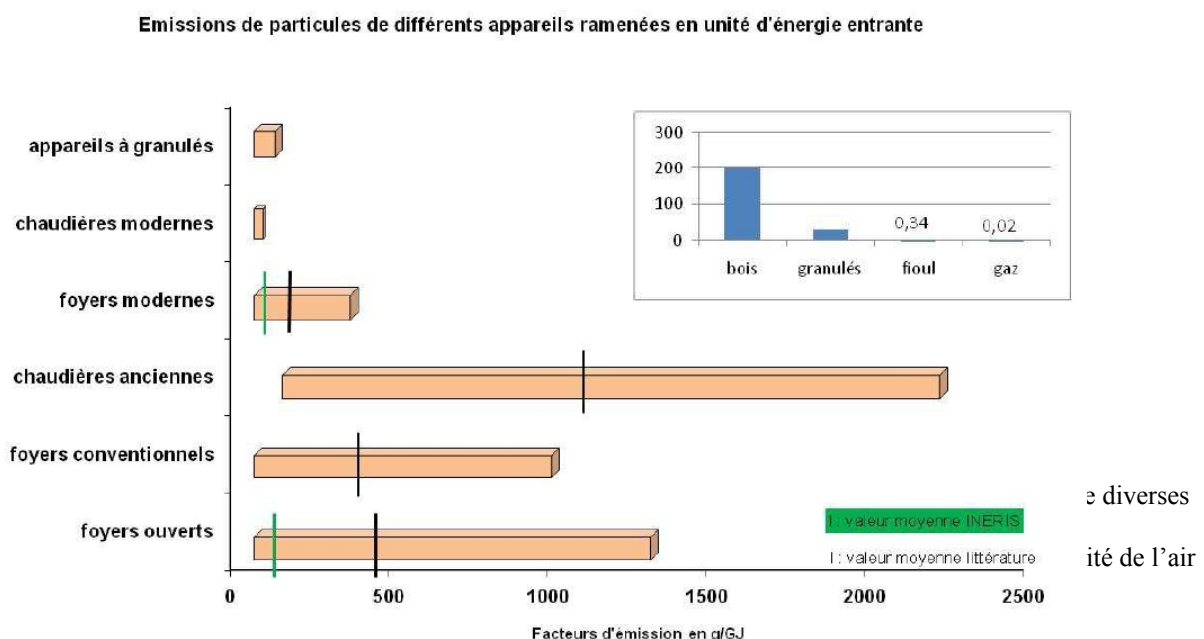
- le rôle de réserve de biodiversité attachée au monde forestier, tant sur le plan végétal que faunistique
- le rôle de puits de carbone dans le cadre de la photosynthèse et la captation du CO₂ par la matière ligneuse, et donc la lutte contre l'effet de serre

- un risque de sur-exploitation des massifs, avec en corollaire une perte de biodiversité, des problèmes possibles de ravinement, de paysages dénaturés, des questions d'appauvrissement pédologique des sols,
- un risque au regard de la qualité de l'air, lié principalement aux émissions de particules fines PM 2,5 lors de la combustion
- une interrogation sur le devenir des cendres ainsi générées
- une vigilance à avoir sur les conflits d'usage possible au regard de la ressource.

L'obligation de produire 23 % de notre consommation d'énergie à base d'énergie renouvelable d'ici 2020 ne doit pas conduire simultanément à « gaspiller » la chaleur excédentaire et donc la biomasse et à rejeter des calories dans l'atmosphère. Ce qui pose la question de l'usage de la chaleur et le cas des cogénérations et de leur dimensionnement. A cet égard, le rendement²⁰ global d'une installation de cogénération biomasse doit être d'au moins 60% (déduction non faite de la consommation des auxiliaires) pour qu'une économie d'énergie primaire²¹ soit observée, condition impérative pour justifier la cogénération (ceci suppose notamment que le dimensionnement de la cogénération soit défini par les besoins thermiques du site et non par la production d'électricité escomptée.). Un bon dimensionnement des installations peut ainsi conduire à des rendements pouvant atteindre 75-80%. Dans le cas contraire, si le ratio de 60% ne peut être atteint, seule la valorisation thermique de la biomasse est écologiquement envisageable. **L'usage thermique est celui qui doit être privilégié**, la production d'électricité n'apparaissant qu'en sous-produit en quelque sorte.

7-1) La qualité de l'air :

La combustion de la biomasse génère l'émission de différents polluants, notamment de particules fines PM 2,5, qui constituent des polluants réglementés au niveau européen. En France en 2007, la combustion du bois dans le secteur domestique représente 35% des émissions nationales de PM_{2,5}²² et représente 93% des émissions du secteur domestique. Une étude²³ montre ainsi l'influence du parc de chaudières et de foyers (anciens ou neufs) et celle de l'humidité de la biomasse sur les émissions, tant dans l'air intérieur que dans l'air extérieur. Une combustion en foyer ouvert émet ainsi 70 fois plus de particules PM_{2,5} en concentration massique.(source INERIS)



Les mesures en air extérieur mettent en évidence l'influence importante de la source « combustion du bois » en milieu rural sur la qualité de l'air et cette question se pose également en milieu urbain au regard de certains épisodes de pollution où les chauffages au bois joueraient un rôle.

A titre d'illustration, les rejets de la combustion de 50 kg à l'air libre équivalent à ceux de 3500 km en voiture Diesel ou 4,5 mois de chauffage au fioul.

Cette problématique de la qualité de l'air vis à vis du bois-énergie explique la structuration du tarif d'achat de l'électricité produite à partir de biomasse, dans la mesure où les installations susceptibles de prétendre à un tarif plus élevé doivent être d'une puissance supérieure à 5 MW électrique. Cette valeur correspond à un seuil d'installation classée soumise à autorisation, et donc doté d'un système de traitement des fumées permettant de limiter les émissions polluantes.

Pour comparaison, les émissions de PM_{2,5} pour 250 MW d'installations de combustion correspondant aux facteurs d'émission actuels sont de :

fioul lourd : 35 t

fioul domestique : 30 t

gaz naturel : 0 t

charbon : 79 t

bois : 152 t

ce qui met en évidence l'intérêt du traitement des rejets gazeux.

Le développement du bois-énergie passe donc par une prise en compte de cette problématique, et, pour les particuliers, par un passage à des installations généralement plus performantes. A noter d'ailleurs que les performances thermiques des appareils les plus récents offrent un meilleur rendement, et donc à performance égale, une moindre consommation de bois. Ainsi, au niveau national, on estime qu'entre 1990 et 2008, les émissions ont diminuées de 55% pour une consommation de bois qui n'a diminué que de 19%.

7-2) Des conflits d'usages possibles :

En France et en Bourgogne, la concurrence cultures alimentaires / cultures énergétiques n'existe pas pour l'instant ; a fortiori, la forêt et le bois ne sont pas dans le "champ concurrentiel".

En revanche, il convient de veiller aux risques de conflits d'usage entre bois d'industrie (bois de trituration) et bois de chauffage (bois énergie). En effet, les mêmes types de bois peuvent être utilisés par les industries du papier ou du panneau, ce qui peut créer des tensions sur l'approvisionnement de ces entreprises avec le développement du bois énergie.

Ce risque est quasi inexistant entre bois d'œuvre (pour la construction notamment) et bois énergie ; au contraire, le développement du bois dans la construction ne pourra qu'être profitable à la production de produits connexes de scieries pour une utilisation énergétique.

En effet, les petits bois issus de forêt ne sont exploités que si le prix du bois énergie ou d'industrie est supérieur au coût d'exploitation et de transport et laisse une marge au propriétaire. Actuellement, les bois récoltés sont des bois facilement exploitables, c'est-à-dire

dans les propriétés forestières gérées régulièrement, dans des conditions d'exploitation faciles (peu de pente, desserte forestière dense...). Or si la demande augmente de façon importante, il faudra aller chercher des bois dans des forêts peu gérées, plus difficile d'accès et cela aura un coût plus élevé. En revanche, les prix des connexes des entreprises du bois sont plutôt liés au marché. En effet, ceux-ci sont facilement disponibles dans les entreprises et doivent être régulièrement valorisés sous peine de ralentir l'outil de production.

Tous ces produits, ou presque, peuvent également être utilisés dans l'industrie de la trituration, c'est-à-dire du panneau à base de bois et du papier.

Accessoirement, ce sont les mêmes bois qui seront aussi utilisés pour des usages qui vont se développer : biocarburants et chimie verte en général.

C'est pour prendre en compte ces problématiques de conflits d'usage que les appels d'offres biomasse lancés (soit par la Commission de Régulation de l'Énergie, soit par l'ADEME) demandent un examen des plans d'approvisionnement par le préfet de Région.

8) Synthèse

On peut estimer que la Bourgogne dispose d'un potentiel théorique **supplémentaire** de bois-énergie d'environ 2,6 millions de tonnes, mais que seule une partie de ce potentiel (un tiers sans doute, soit environ **800 000 t**) sera accessible à l'horizon 2020 si de surcroît la mobilisation nécessaire est au rendez-vous avec des prix adéquats. Ce volume est compatible avec les usages supplémentaires envisagés (200 000 m³ de bûches, 300 000 m³ de plaquettes et de 150 000 à 350 000 m³ pour les installations industrielles)

Une des difficultés structurelles est que cette ressource, disséminée sur des surfaces considérables (près de 700.000 ha), est essentiellement composée de **bois feuillus** généralement de qualité secondaire, dans des stations en général peu productives, pour partie difficiles d'accès, alors que le marché du bois d'œuvre demande plutôt des bois résineux.

A cela s'ajoutent le morcellement de la propriété forestière, dont une bonne part (260 000 ha sur les 945 000 ha en Bourgogne) appartiennent à 160 000 propriétaires, et le rôle prépondérant décisionnaire du propriétaire, quel qu'il soit, dans la mise en vente du bois correspondant.

Pour schématiser, alors que la Bourgogne dispose d'un volume de bois important, « **elle ne dispose pas d'un gros tas de bois, mais de très nombreux petits tas de bois, dispersés sur un vaste territoire et parfois difficiles d'accès** ».

Le développement du bois-énergie passe nécessairement par un développement des usages du bois (qui génère du bois-énergie) et des industries de première ou seconde transformation présentes sur le territoire bourguignon, mais également par une demande plus forte des utilisateurs finaux.

Une **juste rémunération** de tous les acteurs de la filière est indispensable, depuis le propriétaire, l'exploitant forestier, les transporteurs,... tout en restant compétitive pour les utilisateurs finaux, tant du bois énergie que du bois d'œuvre, ce qui reste une équation difficile à satisfaire et devrait au final s'accompagner d'une augmentation du coût du bois-énergie.

Il en résulte que **la valorisation de la biomasse forestière en « bois-énergie » au sens large du terme devrait privilégier :**

- les petits projets locaux (chaufferies communales et chauffage des particuliers) à partir de bois issu de forêts avoisinantes (circuits très courts)
- ensuite les projets de moyenne puissance (chaufferies collectives ou industrielles) à partir de ressource locale, avec un rayon d'approvisionnement inférieur à une trentaine de kilomètres
- les projets de très grosses chaufferies collectives ou industrielles peuvent être acceptés s'ils ne sont pas trop proches les uns des autres et si le rayon d'approvisionnement reste raisonnable et ne déstabilise pas une autre utilisation « matière » de la biomasse

Ce qui conduit à imaginer et recommander :

- des chaudières individuelles (à bûches ou à granulés) dans de nombreuses maisons individuelles
- des chaufferies communales dans au moins une commune sur deux,
- le développement d'un réseau de chaufferies collectives (hôpitaux, bâtiments administratifs, maisons de retraite, ...) et industrielles (industries du bois, mais également autres industries grosses consommatrices d'énergie),
- des grosses chaudières collectives de type « chauffage urbain » dans les grandes villes
- quelques projets mesurés de cogénération sur des sites industriels

Pour atteindre cet objectif d'un usage plus important de la biomasse forestière, il est nécessaire que tous les acteurs se mobilisent, et sans doute que des moyens d'animation soient mis en œuvre.

Il convient également de garder à l'esprit qu'un développement du bois-énergie doit se faire dans le cadre d'un développement durable. Ainsi, les modes d'exploitation, les préoccupations liées aux émissions polluantes générées par la combustion du bois, notamment les particules fines doivent également être prises en compte.

De par la multiplicité des facteurs influant sur le développement du bois-énergie, la Bourgogne se trouve réellement face à un défi qu'il lui appartient de relever...pour que cette richesse dont elle dispose ne reste pas un eldorado.

Annexes

Bibliographie

Données générales sur la forêt bourguignonne

Précision sur les volumes pris en compte

Évaluation des emplois liés au bois-énergie

Les autres sources biomasse énergie

Bibliographie :

- Étude IFN - SOLAGRO 2004 (source : www.bois energie.ifn.fr)

- Étude Cemagref - DGFAR (Direction du Ministère de l'Agriculture) en 2007 « Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels »

- Étude ECOBIOM en 2009 (<http://www.fcba.fr/ecobiom/index.html>)

CRPF Bourgogne – Schéma régional de gestion sylvicole en Bourgogne – 2006
Inventaire Forestier National (IFN)

Guide de « la récolte raisonnée des rémanents en forêt ». ADEME 2006

« Evaluation de l'emploi lié à la mobilisation de bois supplémentaire 2012 et 2020 », FCBA

Les emplois et les performances économiques de la filière bois en Bourgogne (AFOCEL données 2004)

Du bois pour une utilisation énergétique en Bourgogne (Aprovalbois mars 2010)

Feuillus : quelle ressource disponible pour de nouveaux usages en Bourgogne (Aprovalbois avril 2010)

Données générales sur la forêt bourguignonne :

	Côte d'Or (2004)	Nièvre (1996)	Saône et Loire (2003)	Yonne (1999)	Bourgogne
Surface forestière de production	315 000 ha	225 000 ha	183 000 ha	222 000 ha	945 000 ha
Taux de boisement	36,1 %	32,9 %	21,7 %	29,8 %	30 %
Volume sur pied*	49 134 000 m3	39 470 000 m3	35 398 000 m3	32 931 000 m3	157 000 000 m3
Production biologique	1 842 000 m3/an	1 792 000 m3/an	1 625 000 m3/an	1 386 000 m3/an	6 645 000 m3/an
Surface forêts domaniales	46 000 ha	24 000 ha	15 000 ha	15 000 ha	100 000 ha
Surface forêts collectivités	114 000 ha	32 000 ha	31 000 ha	37 000 ha	214 000 ha
Surface forêts privées	155 000 ha	169 000 ha	137 000 ha	171 000 ha	632 000 ha
Nombre de propriétaires privés	30 932	26 875	47 203	59 128	164138
>25 ha	681 prop 91 873 ha	946 prop 118 126 ha	765 prop 66 898 ha	834 prop 90 230 ha	3 226 prop 367 128 ha

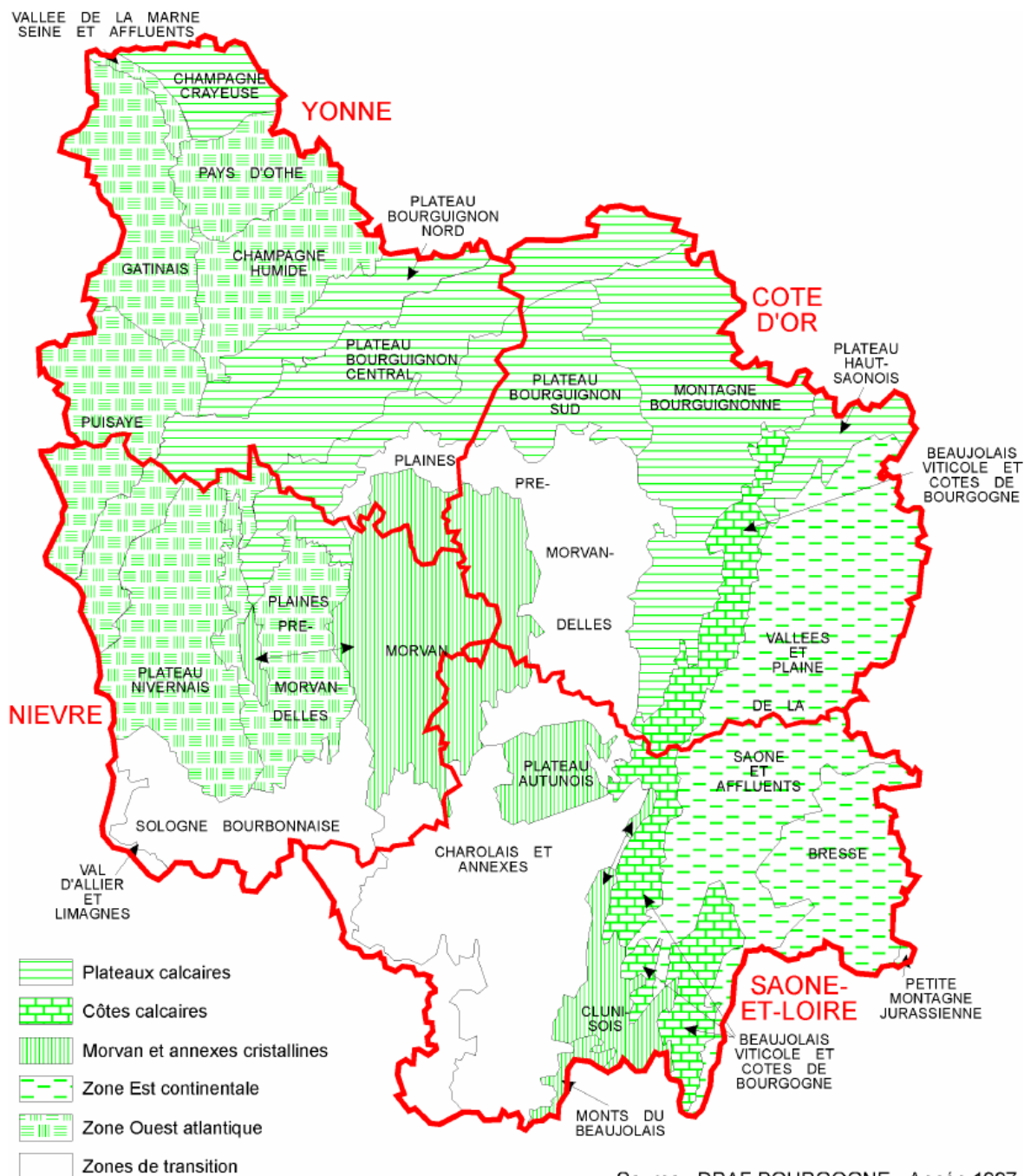
* : Voir précision en annexe

Sources : Inventaire Forestier National (IFN) – résultats des inventaires en Côte d'Or de 2004, dans la Nièvre 1996, en Saône et Loire 2003, dans l'Yonne 1999

CRPF Bourgogne – Schéma régional de gestion sylvicole en Bourgogne – 2006 (pour le nombre de propriétaires)

On distingue schématiquement en Bourgogne 6 grands massifs, respectivement :

- les **côtes calcaires** s'étirent en un long ruban qui s'étend des confins du plateau de Langres jusqu'aux vignobles du Beaujolais. C'est une région riche en biodiversité mais pauvre du point de vue de la potentialité de production forestière.
- Les **plateaux calcaires** s'étendent principalement dans le nord de la Côte d'Or et dans l'Yonne. Ils sont assez homogènes du point de vue géologique mais avec des potentialités forestières très variées.
- Le **Morvan** et les annexes cristallines constituent un ensemble de plateaux et de collines de 250 à 900 m d'altitude favorable à la production forestière, notamment de résineux bien adaptés aux sols souvent acides.
- La **zone Est continentale** est un ensemble de terrasses dominant la vallée de la Saône et ses affluents. C'est une région où le chêne peut donner des bois de très bonne qualité avec une croissance rapide.
- La **zone Ouest atlantique** est une ensemble de plateaux et de collines avec des sols souvent assez fertiles. Le chêne peut donner des très beaux produits et certaines forêts sont réputées pour la production de bois pour la tonnellerie.
- La **zone de transition** présente des conditions de milieux très contrastées, tantôt à bonne potentialité, tantôt avec des sols superficiels.



Source : DRAF BOURGOGNE - Année 1997

Les modes d'exploitation forestière

Les forêts ont été de longue date exploitées par l'homme pour répondre à ses besoins énergétiques, qu'ils soient domestiques (chauffage, cuisine) ou industriels (forges, verreries, salines). Tirant parti de la capacité biologique qu'ont certaines essences d'arbres à rejeter vigoureusement de souche après une coupe, l'homme a façonné les forêts de manière à favoriser ces essences (chêne, charme, châtaignier, hêtre en altitude) en coupant à intervalles réguliers (entre 15 et 50 ans selon la richesse des sols) les rejets. C'est le mode d'exploitation du « taillis ».

A l'heure actuelle, les taillis simples (tous les rejets sont coupés en même temps) ou furetés (seuls les plus gros brins d'une cépée sont coupés au cours d'un passage) représentent une surface de 50 000 hectares environ en Bourgogne.

Une variante de ce système consiste à produire à la fois du bois de chauffage fourni par les rejets des taillis et du bois d'œuvre fourni par des arbres issus de graines (plantés par l'homme ou semés naturellement par les arbres adultes). C'est le mode d'exploitation du taillis sous futaie, qui représente aujourd'hui 650 000 ha de forêts en Bourgogne.

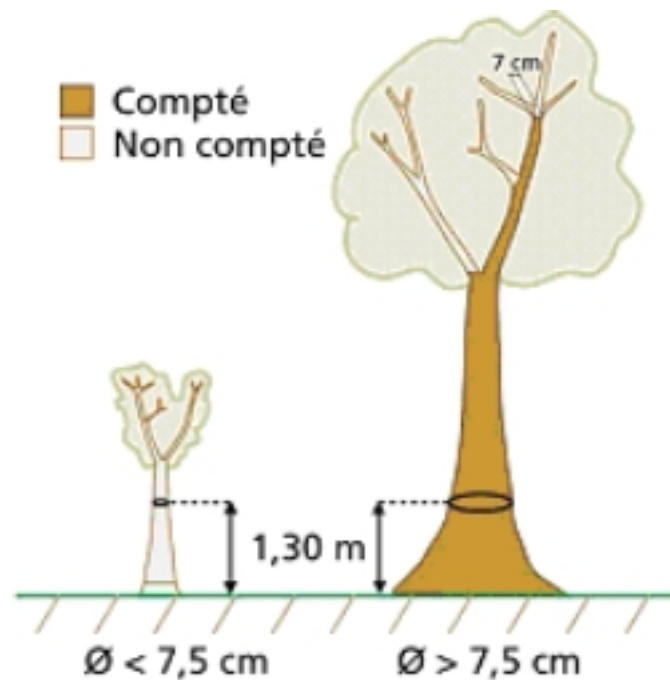
Le traitement des forêts en taillis n'est pas sans poser problème : épuisement plus ou moins rapide des souches et des sols, faible valeur économique des produits fournis, appauvrissement de la biodiversité, etc. Pour ces raisons, le traitement sylvicole actuellement privilégié par les forestiers est celui de la futaie qui vise à la production de bois d'œuvre (destiné à l'ameublement, l'emballage ou la construction). La futaie est dite soit régulière (tous les arbres de la parcelle ont le même âge) soit irrégulière (tous les âges sont représentés par un certain nombre d'arbres). On compte à l'heure actuelle 230 000 ha de futaies en Bourgogne.

Il faut remarquer que les futaies ne produisent pas que du bois d'œuvre. Les parties supérieures des troncs, les grosses branches et les branchages peuvent être utilisés à des fins énergétiques. Même si la quantité de biomasse produite est moins grande en futaie, ce mode d'exploitation permet néanmoins de répondre largement aux besoins énergétiques actuels. De plus, le passage d'un système taillis ou taillis-sous-futaie vers un système en futaie s'accompagne nécessairement de la récolte du taillis et de la mise sur le marché d'une grande quantité de bois de feu.

Précision sur les volume pris en compte

Il convient de distinguer les volumes sur pied (qui comprennent houppiers, branchages,...) des volumes « bois rond » qui ne visent plus que le tronc seul. Plusieurs méthodes de calcul coexistent, qui ne prennent pas en compte tout à fait les mêmes éléments, d'où fort logiquement des différences d'estimation.

Ainsi, par exemple, l'IFN intègre dans son calcul de volume les arbres dont le diamètre (pris à une hauteur de 1,30 mètre) est supérieur à 7,5 cm. . Pour ces arbres, le volume pris en compte (on parle alors de volume de « **bois fort** ») comprend le tronc du sol jusqu'à une découpe de 7 cm. Il n'inclut qu'une branche maîtresse. Il inclut l'écorce.



D'autres estimations distinguent le menu bois (cime et petites branches < 7 cm de diamètre), le petit bois (>7 cm) considéré comme du bois industrie-bois énergie et le bois d'œuvre correspondant au tronc.

Pour ce qui concerne les volumes récoltés : il s'agit en principe de bois de diamètre supérieur à 7cm, mais souvent plus. Par contre pour le bois de chauffage, il peut être façonné dans le houppier de l'arbre...

Définitions, unités et conversions

Houppier : ensemble des branches, rameaux et feuillage d'un arbre et partie du tronc qui porte des branches maitresses et qui n'est pas compris dans le fût (ou bille de pied)

Bois rond : bois abattus découpés en grumes, billes, rondins ou bûches

Bois fort : (volume bois fort ou découpe bois fort) bois de diamètre supérieur à 7 cm (ou 22 cm de circonférence)

Menu bois : correspond à des bois de taille inférieure à 7 cm de diamètre (ou 22 cm de circonférence). Correspond aux rémanents. (parfois appelé « petit bois » dans certaines études)

Petit bois : correspond à des bois de taille supérieure à 7 cm de diamètre, utilisé pour du bois énergie et bois d'industrie. (parfois appelé « bois moyen » dans certaines études)

La plaquette forestière : Obtenue à partir du broyage des petits bois, il s'agit de morceaux de bois de forme parallélépipédique dont la taille est en moyenne de 5x10x20 mm. Le déchiquetage est réalisé par des machines appelées « déchiqueteuses » (ou broyeur) munies de disques ou de tambours à couteaux. Le bois est découpé en rondelles qui sont ensuite transformées en plaquettes par l'intermédiaire d'un dispositif affineur (grille, ...).

Il existe des machines de toutes tailles et capacités, de la petite déchiqueteuse portée sur tracteur agricole (productivité de l'ordre de 10 MAP/heure) jusqu'à l'automoteur forestier.

La masse volumique de la plaquette forestière et son pouvoir calorifique varie en fonction de l'humidité, l'essence (bois dur, bois tendre, bois résineux) et la granulométrie.

Exemple : plaquettes fines de feuillus dur

	humidité	Masse volumique en kg/MAP	Écart
bois vert (broyé après récolte)	50%	430	
bois séché à l'air (en plaquettes)	20%	280	

Il existe deux modes de production :

- le bois est déchiqueté vert (après abattage) et les plaquettes sont stockées sous abri aéré où s'opère un séchage en tas grâce à une élévation de température due à une fermentation microbienne,
- le bois est déchiqueté après quelques mois de séchage sur coupe ou en tas. Il peut alors être utilisé directement en chaufferie. Dans ce cas de figure, il est nécessaire de bien s'assurer que le bois aura bien une humidité compatible avec son utilisation pour la chaudière (En ce qui concerne les chaufferies de petites puissances (< 500 kW), on utilise des plaquettes de granulométrie fine et sèche [environ 25 % d'humidité sur poids brut]).

D'un point de vue énergétique, on considère qu'il faut environ 1 litre de carburant pour produire 1 MAP de plaquettes²⁴, chiffre qui est porté à 3 litres pour la plaquette livrée entrée chaudière.

²⁴ Bilan d'exploitation 1998-2008 chaufferie de Saint Brisson (Parc Naturel du Morvan)

En ce qui concerne l'humidité, contrairement aux pratiques habituelles dans la filière bois, on raisonne en humidité sur poids brut dans le domaine du bois énergie :

Hbrut = masse d'eau contenue dans le bois / masse totale du bois

100 % d'humidité sur poids sec = 50 % d'humidité sur poids brut

Le PCI (pouvoir calorifique inférieur) du bois varie essentiellement en fonction de l'humidité selon la formule suivante :

$$\text{PCI bois humide} = \text{PCI bois sec} \times \frac{100 - H}{100} - 6,95 H$$

avec H = humidité sur poids brut

et PCI bois sec = 5 000 kWh/t

PCI/PCS (pouvoir calorifique inférieur/ pouvoir calorifique supérieur)

Le PCS est la quantité totale d'énergie thermique dégagée par la combustion, y compris celle nécessaire à la vaporisation de l'eau.

Le PCI se calcule en déduisant du PCS la chaleur de condensation de l'eau formée lors de la combustion.

Nota : les chaudières dite « à condensation » permettent ainsi de récupérer une partie de cette énergie liée à la vapeur d'eau, d'où des rendements accrus

Le MAP (m3 apparent de plaquette) : En petite installation de chauffage, il est souvent impossible de peser le combustible bois. La comptabilisation des consommations s'effectue alors en volume, c'est-à-dire en m3 de plaquettes (le MAP). Le MAP est la quantité de plaquettes contenue dans un volume de 1m x 1m x 1m.

Équivalences :

Avec 1 stère de bois, on obtient de 1,1 à 1,5 MAP en fonction du type de bois (charbonnette, rondin) et de la granulométrie de la plaquette. On a donc 1 MAP = 0,9 à 0,7 stère.

Avec 1 m3 de bois rond, on obtient 2,4 à 2,8 MAP selon la granulométrie de la plaquette. On a donc 1 MAP = 0,35 à 0,42 m3r

Pour de la plaquette de feuillus dur, on a environ 3 MAP pour 1 tonne.

1 MAP équivaut à 100 litres de fuel domestique.

Donner une équivalence à une consommation de bois bûche est assez difficile car il est nécessaire de prendre en compte le rendement des chaudières qui est très différent selon la technique. En pratique, pour des besoins identiques, les consommations de bois peuvent diminuer de 20 à 30 % pour une installation à plaquettes par rapport à une installation à bûches. Cela provient des différences de rendement des appareils de chauffage, moins performant en bûche.

1 tonne de bois à environ 40% d'humidité = 1,1 m3 = 1,7 stère = 0,257 tep = 2990 kWh pci

On considère en première approche pour une cogénération :

1 MWe = 5 Mwth = 10 000 t biomasse/an

Évaluation des emplois liés au bois-énergie:

L'ADEME, dans les éléments d'analyse 2010 des dossiers du fond chaleur considère les valeurs suivantes :

Combustible	Nombre d'emplois créés pour 1000 tep	Nombre d'emplois créés pour 1000 tonnes
(S) plaquette forestière	2,4	0,61
(S) plaquette d'élitage	11	3,3
(S) plaquette industrielle	1,6	0,41
(S) Broyats de DIB	7,7	2,3
(S) Écorces	0,9	0,23
(S) Sciure	0,9	0,23
(I) Marc de raisin et tourteau de pépin	0,2	0,09
(A) Paille	2,7	0,93
(A) Miscanthus	5,7	2,3
Passage par une plate-forme de stockage	1,2	0,34

Selon une étude²⁵ 2007, les emplois liés par la production de bois-énergie étaient les suivants :

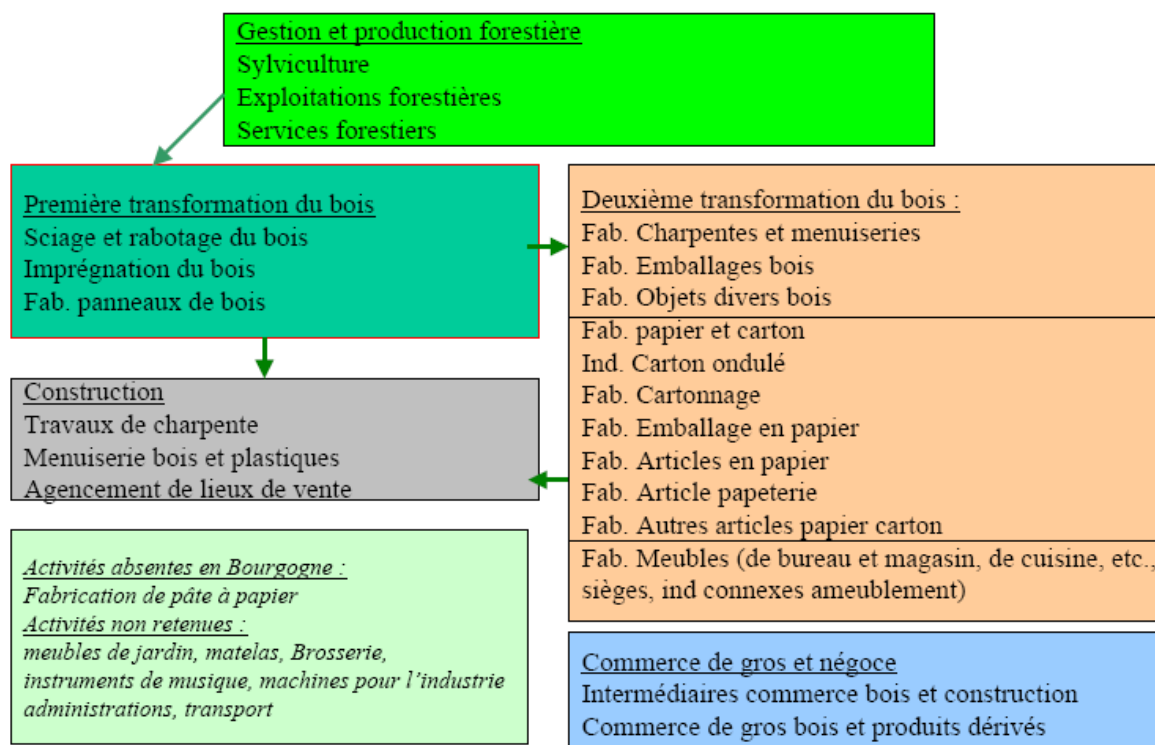
Nature du produit	Emplois créés ²⁶ (pour 1000 tep) (source étude)	Emplois créés (pour 10 000m3) (données recalculées)
Bois en bûches	2,2 à 5,5 ETP	5 à 13 ETP
Plaquette forestière	6 ETP	14 ETP
Plaquette bocagère	11 ETP	25 ETP
Plaquette industrielle	1,6 ETP	~4 ETP
Granulé	1 ETP	~2 ETP

ETP = équivalent temps plein

²⁵ « Evaluation des emplois dans la filière biocombustible » réalisée pour le compte de l'ADEME par Algoé et Blézat consulting – Avril 2007

²⁶ L'estimation pour un produit donné comprend toutes les étapes de sa fabrication. Par exemple, pour le bois en bûches ou la plaquette forestière, la production va de l'abattage, voire l'expertise forestière, jusqu'au transport des bûches ou des plaquettes chez le client. Pour une même énergie finale, la création d'emplois n'est donc pas identique selon le combustible. Cependant, il faut faire attention : pour la plaquette industrielle par exemple, il s'agit d'un sous produit des industries du bois ou de la filière récupération. Or une scierie n'a pas pour objectif de produire du bois énergie mais des sciages, l'emploi comptabilisé ici ne prend donc en compte que l'emploi lié à la valorisation des connexes sous forme de bois énergie.

Les activités de la filière bois



Les autres sources biomasse énergie :

Bois en fin de vie :

Les bois en fin de vie peuvent constituer une ressource assez importante, mais les problèmes de collecte et surtout de tri limitent à ce jour leur valorisation, qui ne peut passer que par des plateformes de valorisation. En effet, pour une utilisation en bois énergie, le tri est primordial car il est actuellement très difficile de valoriser les bois peints, traités, adjuvantés... excepté dans quelques usines équipées de systèmes de traitement des fumées très performants, ce qui impose a priori des installations d'une taille suffisante.

Leur utilisation passe nécessairement par une filière spécialisée.

Le volume correspondant n'est pas connu

Bois d'élagage de bord de route ou des espaces verts

Le bois d'élagage constitue également une source de bois-énergie, que les collectivités doivent chercher à valoriser. Leur récupération nécessite toutefois une prise en compte par les gestionnaires de voirie, et l'adaptation des méthodes employées.

Les cultures énergétiques :

Si des cultures de type miscanthus ou switchgrass peuvent trouver leur place en terme de production de biomasse, il en est de même pour les TCR (taillis de courte rotation) qui correspondent à une pratique nouvelle dans le monde forestier.

La place de ces cultures tend à croître. Actuellement, l'évolution des surfaces consacrées à ces cultures est la suivante :

2006 : 0

2007 : 20 ha

2008 : 60 ha

2009 : 266 ha dont 56% de miscanthus – 12% de switchgrass – 32% de taillis à courte rotation.

Le développement du miscanthus et du switchgrass est notamment dû à la reconversion des planteurs de betteraves suite à la fermeture de la sucrerie d'Aiserey (21) dans le cadre du Programme de Restructuration National de la filière sucre (PRN sucre). Le caractère récent de ces cultures en Bourgogne ne permet pas, en l'état, de répondre aux questions de type : Quelle répartition entre ces différents combustibles avec le bois-énergie ? Quelle utilisation préférentielle ? Quelle concurrence avec l'agriculture vivrière ? Des études sont en cours pour examiner la qualité des sols mobilisables, déterminer les rendements, et ainsi estimer les potentiels dans les différents départements.

En revanche, la problématique « TCR » reste à approfondir.

Les résidus de cultures et des industries agro-alimentaires

L'utilisation des résidus de cultures, tels la paille ou les sarments de vignes par exemple, reste encore peu développée.

Le gisement de paille utilisable à des fins énergétiques sans perturber les utilisations existantes serait évalué entre 250 000 et 500 000 t de matières sèches utilisables, principalement localisé dans les zones de grandes cultures des départements de la Côte d'Or et de l'Yonne.

La production de sarments est estimée à 2t/ha (avec un taux d'humidité de 40%).