

## BIOMASSE FORESTIERE, POPULICOLE ET BOCAGERE DISPONIBLE POUR L'ENERGIE A L'HORIZON 2020

Rapport final  
Novembre 2009

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par l'Inventaire Forestier National (IFN), avec l'Institut Technique Forêt Cellulose Bois Ameublement (FCBA) et l'association SOLAGRO.

Contrat n°0601C0134

**COORDINATION TECHNIQUE :** Caroline RANTIEN, Département Bioressources – Direction des Energies Renouvelables, des Réseaux et des Marchés Énergétiques – ADEME (Angers)



## REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier, pour leur collaboration active et fructueuse, les quelques 135 participants aux cinq réunions de consultation interrégionales qui ont été organisées dans le cadre de l'étude.

Nos remerciements s'adressent également aux correspondants biomasse et bois énergie de l'ensemble des délégations régionales de l'ADEME, et plus particulièrement à ceux qui nous ont accueillis à l'occasion des réunions de :

- Montpellier (6 février 2009),
- Angers (24 février 2009),
- Lyon (6 mars 2009),
- Metz (12 mars 2009),
- Toulouse (27 mars 2009) avec la collaboration de la DRAAF Midi-Pyrénées.

Les auteurs associent également à leurs remerciements les membres du comité technique de l'étude pour leurs lectures attentives et pour les orientations qu'ils ont pu impulser :

Jean-Marie Ballu (CGAAER), Christophe Bretton (ONF Energie), Yves-Marie Gardette (ONF), Alice Gauthier (CNPPF-IDF), Christian Ginisty (Cemagref), Céline Gomes (UCFF), Véronique Joucla (DGPAAT), Paul Antoine Lacour (Fédération des pâtes), Martine Leclercq (MEEDDAT), Jean-Marie Lejeune (DGPAAT), Luc Mauchamp (MEEDDAT), Michel Pédron (AILE), Sophie Pitocchi (FNCOFOR), André Richter (DGPAAT), Jean-Michel Servant (CIBE), Jean-Paul Tachet (CIBE), Patrick Vallet (Cemagref)

### Auteurs :

IFN : Antoine Colin (coordinateur de l'étude), Cyrille Barnérias et Mireille Salis

FCBA : Alain Thivolle-Cazat

SOLAGRO : Frédéric Coulon et Christian Couturier

### L'ADEME en bref

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables, et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public et les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

### **Copyright**

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

# SOMMAIRE

<b>Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Contexte, objectifs et domaine de validité de l'étude .....</b>	<b>4</b>
1.1. Contexte .....	4
1.1.1. Vers une utilisation accrue du bois énergie à l'horizon 2020 .....	4
1.1.2. Historique de l'étude .....	4
1.2. Champ de l'étude, objectifs et déroulement .....	5
1.2.1. Ressources ligneuses analysées .....	5
1.2.2. Objectifs de l'étude .....	6
1.2.3. Articulation avec les études nationales « biomasse » en cours .....	7
1.2.4. Consultation des acteurs en région .....	8
1.3. Domaine de validité des résultats .....	8
1.3.1. Vers l'évaluation des disponibilités effectivement mobilisables .....	8
1.3.2. Autres éléments de méthode définissant le domaine de validité de l'étude .....	9
1.4. Publication des résultats .....	10
1.4.1. Règles pour l'édition des résultats .....	10
1.4.2. Site Internet de résultats .....	10
<b>2. Disponibilités en biomasse des principales ressources ligneuses .....</b>	<b>11</b>
2.1. Caractérisation des types de produits .....	11
2.1.1. Compartimentation de la biomasse ligneuse .....	11
2.1.2. Détermination des usages potentiels des bois .....	12
2.1.3. Evolution des définitions entre les études ADEME 2005 et 2009 .....	13
2.2. Disponibilités brutes .....	14
2.2.1. Forêts .....	14
2.2.2. Peupleraies .....	21
2.2.3. Haies et alignements .....	26
2.2.4. Traitement de la tempête Klaus du 24 janvier 2009 .....	32
2.3. Disponibilités supplémentaires économiquement mobilisables .....	34
2.3.1. Eléments de méthode .....	34
2.3.2. Principales hypothèses .....	37
2.3.3. Estimation des prélèvements actuels de bois .....	43
2.3.4. Résultats en disponibilités nettes et supplémentaires .....	48
2.3.5. Discussion autour des résultats .....	54
<b>3. Disponibilités en biomasse des ressources ligneuses annexes .....</b>	<b>58</b>
3.1. Quelles ressources annexes pour la production de biomasse ? .....	58
3.1.1. Discussion sur la prise en compte des arbres épars en milieu agricole .....	58
3.1.2. Discussion sur la prise en compte des landes .....	58
3.2. Méthodes de calcul .....	59
3.2.1. Viticulture et arboriculture fruitière .....	59
3.2.2. Ressources urbaines .....	61
3.2.3. Souches forestières .....	64
3.3. Résultats en disponibilités brutes .....	65
3.3.1. Viticulture .....	65
3.3.2. Arboriculture fruitière .....	66
3.3.3. Ressources urbaines .....	67
3.3.4. Souches forestières .....	68
3.4. Discussion sur la faisabilité de mobiliser ces gisements .....	69
3.4.1. Viticulture .....	69
3.4.2. Arboriculture fruitière .....	70
3.4.3. Ressource urbaines .....	71
3.4.4. Souches forestières .....	71
<b>4. Des pistes pour des améliorations futures .....</b>	<b>73</b>
<b>5. ANNEXES .....</b>	<b>75</b>

## Résumé

Avec le soutien de l'ADEME, l'IFN, le FCBA et SOLAGRO ont réalisé en 2008-2009 une évaluation de la biomasse ligneuse supplémentaire disponible pour l'énergie à l'échelle nationale.

### Une méthode innovante :

La méthode élaborée dans le cadre de l'étude contribue à l'approfondissement des connaissances sur les **gisements de bois disponibles pour des usages énergétiques à l'échelle nationale**. L'originalité de l'approche est principalement l'intégration de connaissances provenant de divers champs thématiques :

- Elle traite **l'ensemble des ressources ligneuses métropolitaines**, qu'elles soient destinées à la production de bois (forêts, peupleraies, haies) ou non (vigne, arboriculture, arbres urbains, souches).
- Elle améliore et élargit la **prise en compte des contraintes d'exploitation des bois** de nature :
  - **techniques** (accessibilité des ressources, types d'usages des bois),
  - **environnementales** (gestion durable des ressources, maintien de la fertilité des sols),
  - **économiques** (analyse des conditions économiques d'exploitation et de marché du bois).

### Principaux résultats :

La disponibilité en bois dans les forêts, les peupleraies et les haies s'élève, en moyenne sur 2006-2020, à :

- 71 millions de m<sup>3</sup>/an de **BIBE** (15,8 Mtep/an) dont 46,1 exploitables (**10,3 Mtep par an**) dans les conditions économiques actuelles et compte tenu des contraintes techniques et environnementales,
- et 14,9 millions de m<sup>3</sup>/an de **menus bois** (3,3 Mtep/an) dont 7,2 exploitables (**1,6 Mtep par an**).

Grâce à la mise en place d'une **collaboration efficace entre les deux équipes**, les résultats en disponibilités brutes forestières sont strictement identiques à ceux élaborés en 2008-2009 par le Cemagref dans le cadre de la mise à jour pour le MAP de l'étude « biomasse forestière disponible » de 2007.

Dans le contexte technique et économique actuel, **la disponibilité supplémentaire en bois pour des usages énergétiques**, c'est-à-dire en plus des consommations actuelles, s'établit sur la même période à :

- + 12 millions de m<sup>3</sup> par an (soit **2,7 millions de tep/an**) de **BIBE**,
- Auxquels s'ajoute + 7,2 millions de m<sup>3</sup> par an (soit **1,6 million de tep/an**) de **menus bois**.

**La disponibilité additionnelle en BIBE se situe pour l'essentiel en forêt (95 %)**. Les haies (4 %) et les peupleraies (1 %) contribuent de manière marginale à la disponibilité nationale. Elles peuvent toutefois constituer des gisements d'intérêt au niveau local. Ainsi, le potentiel bûche des haies des trois régions Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire représente 20 % de la disponibilité en BIBE de l'interrégion.

**Les disponibilités supplémentaires sont feuillues (85 %) et privées (77 % de la disponibilité exploitable avant déduction de la récolte actuelle)**. Elles se situent le long d'une **diagonale verte allant de Toulouse à Nancy en passant par la région Centre**. A contrario, **les régions PACA, Corse, Basse-Normandie et Nord-Pas-de-Calais ne semblent pas présenter de disponibilités supplémentaires**.

Le volume supplémentaire de bois pour l'énergie semble directement **compatible avec les objectifs fixés par les Assises de la Forêt aux horizons 2012 et 2020**. Son atteinte requiert toutefois un **important effort** de remise en gestion, durable, des peuplements surcapitalisés ou délaissés par leurs propriétaires.

Les résultats illustrent également **l'intérêt de développer localement les valorisations énergétiques de la biomasse de ressources comme la vigne, les vergers et les arbres urbains**. Les conditions techniques, économiques et environnementales de mobilisation concrète de ces gisements restent toutefois à préciser.

### Une étape vers une évaluation plus précise des volumes disponibles :

**Cette étude constitue un pas de plus vers l'évaluation des disponibilités effectivement mobilisables**. Elle donne à l'Administration des ordres de grandeur vraisemblables pour la **définition d'une politique de développement durable de production et de consommation de bois énergie** sur le territoire national.

Elle souligne aussi l'importance de **développer de nouvelles connaissances**, notamment dans le sens de :

- une meilleure évaluation des **déterminants économiques de l'activité forestière**,
- une **évaluation plus exhaustive des risques environnementaux induits par l'accroissement de la récolte de bois pour la production d'énergie**.

# 1. Contexte, objectifs et domaine de validité de l'étude

## 1.1. Contexte

### 1.1.1. Vers une utilisation accrue du bois énergie à l'horizon 2020

Le développement des énergies durables s'inscrit dans un contexte où la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'origine fossile (pour lutter contre le changement climatique) et la limitation de la dépendance énergétique nationale (pour des raisons économiques et politiques) redeviennent des priorités politiques en Europe. L'adoption de politiques volontaristes dans ce sens conduisent à renforcer rapidement, année après année, la contribution du bois au bouquet énergétique national et européen.

On peut citer parmi les principales orientations récentes :

- L'objectif de la Commission Européenne de voir les énergies renouvelables représenter 20% du bilan énergétique de l'Union en 2020 (« paquet Energie Climat » approuvé en décembre 2008) ;
- L'objectif de réduire par 4 les émissions nationales de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 ;
- L'objectif de la Loi POPE de voir l'utilisation des EnR thermiques croître de 50% d'ici à 2010 ;
- Les plans biocombustibles et biomatériaux en préparation.

En 2006, la contribution du bois (bois primaire, plaquettes et déchets du bois) dans la consommation française d'énergies renouvelables s'élevait à 55 %, soit 9,3 Mtep (Observatoire de l'énergie, 2007), essentiellement sous la forme de bois bûche pour le chauffage des ménages. La consommation de plaquettes forestières était marginale, environ 50 ktep/an.

Au travers du « paquet Energie Climat », la France s'est engagée à porter à au moins 23 % la part des énergies renouvelables dans son bouquet énergétique en 2020, contre 12 % en 2006, soit + 20 Mtep. La biomasse (ligneuse et agricole) devrait contribuer pour plus de la moitié à cet objectif.

L'utilisation accrue du bois matériau et du bois énergie est également inscrite parmi les objectifs du Grenelle de l'environnement. En 2007, les Assises de la Forêt fixaient l'ambition d'un accroissement de la récolte nationale de + 12 millions de m<sup>3</sup> en 2012 et de + 21 millions de m<sup>3</sup> en 2020, dont 12 millions de m<sup>3</sup> sous la forme de plaquettes forestières. La consommation française de biomasse forestière passerait ainsi de 9,3 Mtep en 2006 à plus de 13 Mtep en 2020.

Dans un contexte où les attentes envers le bois (matériau, énergie) vont croissantes et où la multiplication des acteurs intéressés par cette matière première entraîne un risque de concurrence d'usages (énergie vs trituration), il apparaît nécessaire de **quantifier de la manière la plus exhaustive et consensuelle possible la biomasse ligneuse effectivement disponible pour l'énergie en France à l'horizon 2020**.

### 1.1.2. Historique de l'étude

En 2001, une équipe SOLAGRO / IFN / La Rochette RBM élaborait et testait dans trois régions pilotes (Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes et Franche-Comté) une méthode d'évaluation du potentiel forestier de bois énergie dans le cadre d'une étude confiée par l'ADEME.

Sur cette base, l'ADEME concluait en 2003 un marché avec SOLAGRO et l'IFN pour réaliser une première évaluation d'ampleur nationale sur la ressource forestière disponible pour l'énergie. Depuis 2005, méthodes et résultats (quantité de biomasse forestière disponible pour l'énergie suivant différents scénarios économiques) sont directement consultables depuis le site [www.boisenergie.ifn.fr](http://www.boisenergie.ifn.fr). Ils ont notamment contribué à asseoir la politique publique en matière de développement de la valorisation énergétique de la biomasse, et notamment au travers du 1<sup>er</sup> appel d'offres CRE lancé en 2005.

En 2005, la tenue de réunions régionales avec les acteurs des filières forêt-bois avait été l'occasion de recueillir de nombreuses propositions de corrections / améliorations / évolutions souhaitables, tant sur les méthodes que sur le site (SOLAGRO, 2005). Parallèlement et à la demande de l'ADEME, l'AFOCEL réalisait en 2004 une expertise technique sur les méthodes physiques et économiques pour l'évaluation des disponibilités en biomasse (AFOCEL 2004).

La présente étude réalisée en 2008-2009 pour le compte de l'ADEME se nourrit de cet historique.

## 1.2. Champ de l'étude, objectifs et déroulement

### 1.2.1. Ressources ligneuses analysées

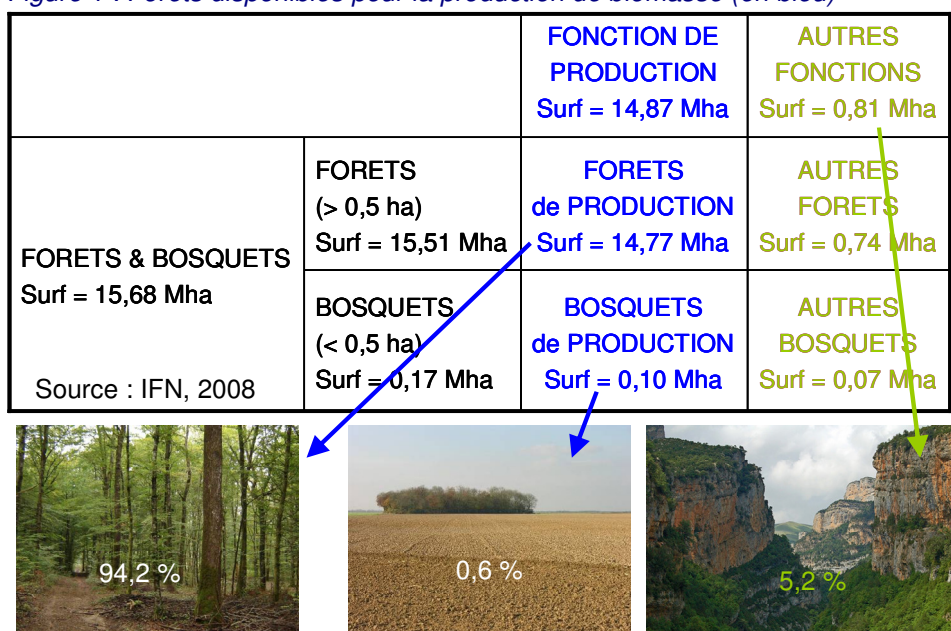
L'objectif est de réaliser une **évaluation exhaustive des gisements de biomasse ligneuse pour des usages énergétiques au niveau national**. Toutefois, aucun espace analysé n'est susceptible de produire des biens pour l'alimentation : cultures agricoles conventionnelles, prairies et nouvelles cultures dédiées à la production de biomasse pour des fins énergétiques (par exemple : TCR ligneux ou miscanthus) sont exclus de l'analyse. Forêts, peupleraies, haies, alignements, arbres épars, vignes, vergers, landes et arbres urbains font partie du champ de l'étude. Le gisement constitué par les souches forestières est également évalué.

#### 1.2.1.1. Forêts

L'IFN établit une typologie des forêts (bosquets inclus) suivant leur aptitude à assurer la fonction de production de bois. C'est la ressource en biomasse des « forêts de production » qui est auscultée dans l'étude (en bleu dans la Figure 1).

A contrario, la ressource des forêts dont la fonction principale ou secondaire n'est pas la production de bois (en vert) n'est pas évaluée. Les « autres forêts » au sens IFN peuvent remplir des fonctions de protection des sols, de défense contre les incendies, de récréation, etc. Dans la pratique les « autres forêts » sont souvent inaccessibles. Elles représentent environ 5 % de la superficie forestière nationale.

Figure 1 : Forêts disponibles pour la production de biomasse (en bleu)

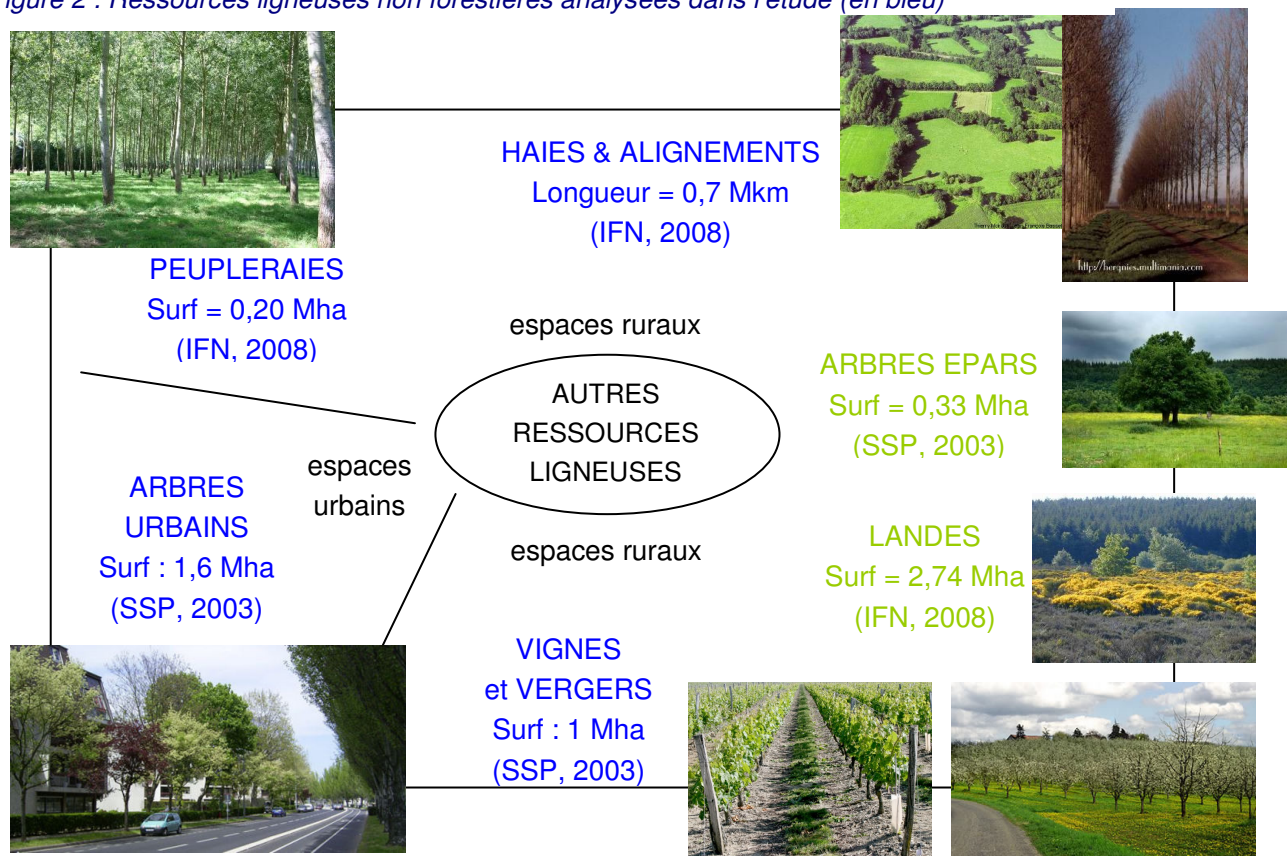


#### 1.2.1.2. Ressources ligneuses non forestières

Les différentes ressources ligneuses hors forêt sont figurées dans la Figure 2. Les ressources surlignées en bleu feront l'objet d'une évaluation quantitative. Les autres ressources (en vert) ne seront pas étudiées en raison généralement de la faible quantité de matière ligneuse disponible (en valeur absolue ou en densité à l'hectare) et parfois, mais cela est lié, à l'absence de données fiables (cas des arbres épars). Les motivations ayant conduit à l'exclusion de ces ressources de l'analyse quantitative sont détaillées plus loin.



Figure 2 : Ressources ligneuses non forestières analysées dans l'étude (en bleu)



### 1.2.2. Objectifs de l'étude

A l'échelle nationale, l'étude vise à :

A. Améliorer la **quantification de la disponibilité** en biomasse ligneuse :

- dans les gisements forestiers (approfondissement des connaissances antérieures, amélioration des méthodes de calcul et valorisation des données IFN collectées entre 2005 et 2007),
- dans les gisements ligneux non forestiers (peupleraies, haies et alignements, autres ressources ligneuses implantées dans les espaces ruraux et urbains),
- en fonction des types d'usages potentiels des bois (selon des critères physiques et qualitatifs).

Et dans les principales ressources (forêts, peupleraies, haies) :

B. Améliorer la **caractérisation de la disponibilité** des gisements en élargissant le champ des contraintes pour approcher la disponibilité effectivement exploitable :

- Selon les conditions techniques d'exploitation (accessibilité physique de la ressource) ;
- Selon les conditions économiques de mobilisation (disponibilités à un niveau de prix donné) ;
- Dans un contexte de gestion durable des ressources (disponibilités ventilées selon la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales induites par la récolte des menus bois) ;
- Selon la récolte actuelle (évaluation des volumes disponibles supplémentaires).

Et dans les autres ressources ligneuses (vignes, vergers, ressources urbaines, souches) :

C. Qualifier la **faisabilité de la mobilisation** de ces ressources en termes techniques et économiques et les intérêts et limites en termes environnementaux (analyse de type exploratoire).

D. Construire un **nouveau site Internet pour la consultation des résultats** de l'étude.

La présente étude de ressource répond à une question de l'Administration au niveau national, échelle pour laquelle elle fournit des éléments de cadrage. Elle ne permet pas en revanche de répondre directement aux questions locales concernant par exemple l'approvisionnement de la chaufferie X dans la région Y. A cette échelle, il reste indispensable d'établir un plan d'approvisionnement (appuyé sur les résultats de la présente étude) étayé par une analyse approfondie des données techniques et économiques disponibles localement.

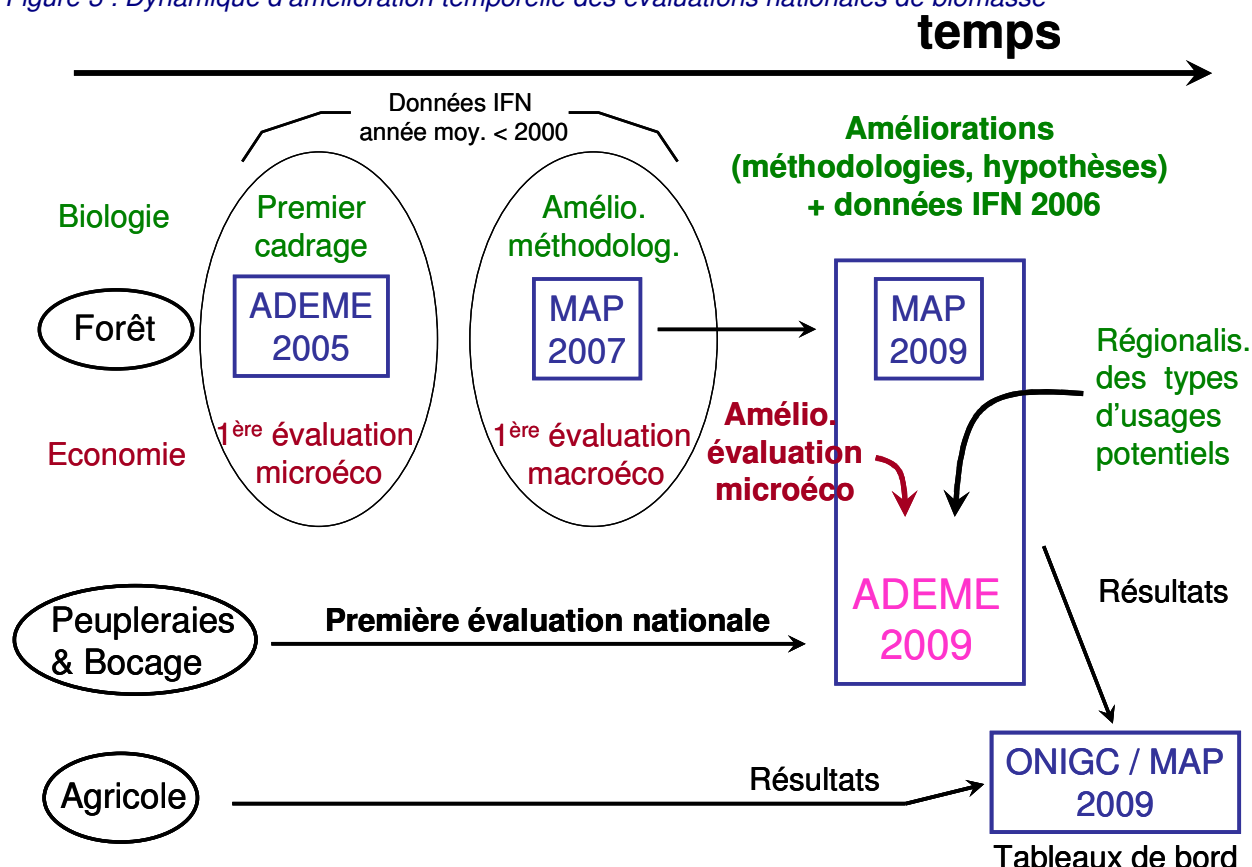
### 1.2.3. Articulation avec les études nationales « biomasse » en cours

Plusieurs évaluations de la biomasse ligneuse disponible pour l'énergie ont été réalisées récemment à l'échelle nationale pour le compte de l'ADEME (2005 et 2009) et du MAP (2007 et 2009). A noter également la contribution de l'ANR, notamment au travers du projet ECOBIOM (programme PNRB – bioénergies).

Elles s'inscrivent toutes dans une dynamique temporelle d'amélioration (Figure 3) qui concerne à la fois :

- les objets analysés (par exemple en intégrant les ressources bocagères) ;
- les méthodes de calcul (par exemple en affinant l'analyse sylvicole dans les forêts mélangées) ;
- les connaissances scientifiques (par exemple en évaluant le volume des menus bois) ;
- la prise en compte des contraintes à la mobilisation, de nature technique (accessibilité physique), économique et environnementale (sensibilité chimique des sols aux exportations de biomasse).

Figure 3 : Dynamique d'amélioration temporelle des évaluations nationales de biomasse



Les études réalisées en 2008-2009 à la demande de l'ADEME (confiée au consortium IFN / FCBA / SOLAGRO) et du MAP (confiée au Cemagref) bénéficient et contribuent à la progression des connaissances et des méthodologies. Leurs résultats sont donc plus précis que ceux des études précédentes.

Ces deux études ont été conduites en étroite collaboration pour ce qui concerne la ressource forestière. Dans un souci de cohérence des résultats publics, données, méthodes et hypothèses sont intégralement partagées, voire définies en commun, si bien que les résultats en disponibilités brutes forestières sont identiques, au minimum pour un des scénarios retenu dans l'étude MAP.

En revanche, les résultats en disponibilités nettes qui en dérivent répondent à des objectifs différents. Alors que l'étude MAP s'est attachée à évaluer la disponibilité accessible suivant des critères strictement techniques (pente, distance de débardage, etc.), l'étude réalisée pour l'ADEME fournit quant à elle des résultats suivant une démarche technico-économique.

Enfin, l'étude confiée par l'ONIGC et le MAP (2009) au consortium réuni autour du cabinet Blezat Consulting a permis de construire un tableau de bord qui sera enrichi progressivement des résultats des différentes études sur les gisements en biomasse, dont ceux des deux études précédentes. Ce tableau de bord constitue un outil de pilotage à destination des « cellules biomasses » régionales.



### 1.2.4. Consultation des acteurs en région

Cinq réunions interrégionales ont été organisées au cours du premier trimestre 2009 dans le cadre de l'étude (Tableau 1), chacune d'elles permettant d'aborder les questions relatives aux grandes caractéristiques locales (les comptes rendus sont téléchargeables depuis le site Internet de l'étude).

*Tableau 1 : Les cinq réunions de consultation en région organisées dans l'étude*

Interrégions	Lieux	Dates	Thèmes traités
Sud-Est	Montpellier (ADEME)	6 février 2009	Forêt méditerranéenne, landes, viticulture, arbo.
Nord-Ouest	Angers (ADEME)	24 février 2009	Forêt atlantique, bocage, peupleraie
Centre-Est	Lyon (ADEME)	6 mars 2009	Forêt de montagne, landes, calculateur chaufferie
Nord-Est	Metz (ADEME)	12 mars 2009	Forêt de plaine, peupleraie
Sud-Ouest	Toulouse (DRAAF)	27 mars 2009	Forêt, peupleraie, viti., arbo., calculateur chaufferie

Elles ont réuni 135 personnes représentant la plupart des secteurs concernés par le bois énergie en région :

- gestion forestière (ONF, Communes Forestières, CRPF, CNPPF, coopératives, experts),
- administration (DRAAF, Conseils Régionaux, ADEME, MAP / SSP, DRIRE, DIREN),
- agriculture (CUMA, Chambres d'Agriculture),
- industrie du bois (industriels de la trituration, Fédération des pâtes et papiers),
- recherche (Cemagref, FCBA),
- associations œuvrant pour le développement de la forêt, du bocage, du bois matériau et énergie (AFAHC, AILE, ALE 08, Biomasse Normandie, Bois Energie 66, Forêt Méditerranéenne, interprofessions forêt-bois régionales, Pro-Forêt, Quercy Energie).

Ces rencontres ont largement contribué à préciser les définitions et à ajuster les hypothèses de calcul grâce à l'enregistrement des pratiques des acteurs en termes de fréquence et de nature des interventions pour l'entretien des haies, de découpes commerciales pratiquées en forêt, de circonférence objectif pour la récolte des peupliers, de produits actuellement non mobilisés pour des usages industriels ou énergétiques...

Les échanges nourris autour de la définition des prix des bois et de l'influence des conditions de marché sur les usages réels nous ont conduits à tester la sensibilité des résultats à différents scénarios économiques.

## 1.3. Domaine de validité des résultats

L'étude consiste en une évaluation de la biomasse effectivement disponible pour de nouveaux usages énergétiques à l'échelle nationale.

Les chiffres édités sont des estimateurs qui doivent être interprétés comme tels. Ils correspondent à des calculs sous hypothèses en fonction des connaissances disponibles au moment de l'étude. Il convient également de signaler qu'il s'agit d'une étude de portée nationale et qu'en ce sens, malgré la rencontre des acteurs lors des cinq réunions régionales, **toutes les spécificités locales n'ont pu être prises en compte.**

### 1.3.1. Vers l'évaluation des disponibilités effectivement mobilisables

Les gisements de bois estimés par type de ressource correspondent initialement à des disponibilités brutes qui peuvent s'apparenter à des maximums théoriques calculés en fonction de la structure initiale de la ressource (distribution en classe d'âge ou de diamètre) et de l'application de règles de gestion durable. Pour autant, des contraintes de différentes natures pèsent sur la mobilisation effective des gisements.

#### 1.3.1.1. Contraintes prises en compte

Les disponibilités forestières, populicoles et bocagères techniquement et économiquement exploitables sont évaluées après application aux disponibilités brutes des contraintes à la mobilisation décrites ci-dessous :

Contrainte de durabilité de la récolte : Le prélèvement de certains compartiments (petites branches, souches) peut entraîner des exportations d'éléments minéraux préjudiciables au maintien de la fertilité chimique des sols à long terme. Les gisements d'origine forestière, populicole et bocagère sont caractérisés suivant la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales.

Contrainte d'exploitation : Dans certaines conditions, il est impossible d'accéder aux arbres ou d'évacuer les bois abattus (pente trop forte, inaccessibilité aux engins forestiers, aux grumiers, etc.). Les disponibilités sont ventilées suivant la difficulté physique d'exploitation.

Contrainte économique : C'est une contrainte majeure. Son niveau varie avec la rémunération des produits récoltés. Aujourd'hui, on considère que le gisement exploitable est celui dont l'exploitation est rentable (dégagement d'une marge positive). Le coût de l'exploitation variant avec la difficulté d'exploitation, si le prix payé pour un produit donné augmente, des gisements auparavant inexploitable d'un point de vue économique le deviennent. Les gisements sont donc caractérisés en fonction de leur coût d'exploitation ce qui caractérisera leur disponibilité à un niveau de prix donné.

L'analyse économique est seulement qualitative dans le cas de la récolte des souches, des arbres urbains et des ressources viticoles et arboricoles.

Les résultats présentés dans le rapport concernent au maximum des disponibilités techniquement accessibles et vendables au prix actuel du marché du bois bord de route.

### **1.3.1.2. Contraintes non prises en compte**

L'approche retenue n'est toutefois pas exhaustive en termes de prise en compte des freins à la récolte, par manque d'informations et de connaissances consolidées à l'échelle nationale à ce jour :

L'organisation foncière des propriétés privées et la propension à offrir du bois de la part des propriétaires sont exclues du champ de l'étude. En effet, connaissances, données et modèles permettant (i) de qualifier les propriétés privées et (ii) de caractériser le comportement d'offre des propriétaires dans une étude de dimension nationale sont encore insuffisantes.

Les volumes de disponibilités concernent des volumes vendables et non des volumes commercialisables. Le coût de transport n'est pas intégré, faute d'éléments dans une étude de portée nationale sur la localisation précise des gisements et sur les lieux de transformation et/ou de consommation des bois. Ainsi, les caractéristiques de voirie (ponts, portance des routes, épingles à cheveu, etc.) ne sont pas évaluées.

Parmi les contraintes environnementales, les informations disponibles au moment de l'étude n'ont pas permis d'intégrer la sensibilité des sols au tassement induit par le passage des engins d'exploitation. Les restrictions d'exploitation dans les zones protégées n'ont pu être intégrées, faute d'informations consolidées à l'échelle nationale sur les contraintes effectives qui pèsent sur la récolte de bois dans ces espaces.

## **1.3.2. Autres éléments de méthode définissant le domaine de validité de l'étude**

### **1.3.2.1. Des estimations pilotées par l'offre de bois des systèmes ligneux**

Les disponibilités en bois sont calculées suivant des approches exclusivement sylvicoles ou techniques, c'est-à-dire que les niveaux de prélèvements sont établis en fonction des seuls critères de gestion durable des ressources. C'est l'offre de bois des systèmes ligneux qui est modélisée et la démarche retenue ne permet pas d'évaluer ou de tester les conséquences de modifications de la demande en bois sur la période (cf. décisions des Assises de la Forêt).

### **1.3.2.2. Une évaluation des seuls volumes de bois ronds**

Une augmentation des volumes valorisés sous des formes bois d'œuvre (BO) entraîne mécaniquement une hausse du bois disponible pour l'énergie en produisant davantage de Produits Connexes de Scieries (PCS). L'évaluation des disponibilités en BO, PCS et bois de rebut, ne fait pas partie du champ de l'étude. Celle-ci s'intéresse aux seuls bois ronds directement issus de l'exploitation et potentiellement valorisables sous des formes énergétiques. En revanche les disponibilités en BO et PCS sont analysées dans l'étude MAP 2009.

## 1.4. Publication des résultats

### 1.4.1. Règles pour l'édition des résultats

Seuls sont édités les résultats s'appuyant sur des estimations physiques de la ressource (surface boisée ou linéaire de haie) suffisamment précises du point de vue statistique.

Après trois campagnes annuelles d'inventaire IFN, une précision jugée suffisante pour l'estimation des surfaces boisées est obtenue à partir de 50 points d'inventaire, soit environ 36 000 ha en forêt et 20 000 ha en peupleraies. Dans le cas des haies, le linéaire minimal pour la publication des résultats est voisin de 20 000 km. Ces seuils de surfaces et de longueurs seront réduits à terme avec la mobilisation des cinq premières campagnes d'inventaire IFN.

Cette approche permet de réduire une partie de l'incertitude des résultats qui sont publiés en garantissant au minimum qu'ils s'appuient sur une ressource physique circonscrite. En revanche, les incertitudes dues à l'imprécision des autres données source, à la construction des modèles mis en œuvre et au choix des hypothèses ne sont pas directement quantifiées. La sensibilité des résultats aux variations des principales hypothèses est analysée en revanche.

### 1.4.2. Site Internet de résultats

Le site Internet développé par l'IFN dans le cadre de l'étude ([www.dispo-boisenergie2009.fr](http://www.dispo-boisenergie2009.fr)) comporte :

- des pages statiques de présentation des méthodes, hypothèses et résultats,
- un module dynamique pour la consultation personnalisée des différents résultats relatifs aux ressources forestières, populicoles et bocagères, à savoir:
  - Les disponibilités brutes,
  - Les disponibilités techniquement et économiquement exploitables,
  - Les disponibilités supplémentaires ventilées par classe de prix bord de route du bois énergie.

Le site Internet de l'étude SOLAGRO / IFN de 2005 (méthodes, hypothèses, résultats) reste intégralement accessible depuis la rubrique « archive et téléchargements » de son remplaçant.

## 2. Disponibilités en biomasse des principales ressources ligneuses

L'essentiel de la biomasse ligneuse disponible pour l'énergie se rencontre en forêt (bosquets de moins de 0,5 ha y compris) mais aussi dans les peupleraies et les formations linéaires qui constituent la trame bocagère des espaces ruraux (haies et alignements d'arbres).

L'essentiel du travail développé dans la présente étude porte sur ces trois types de ressource.

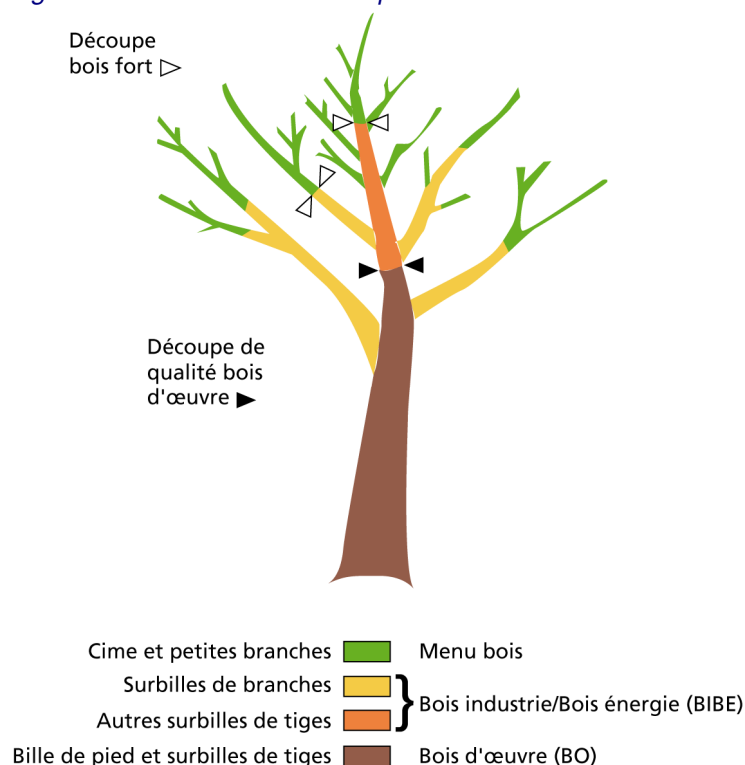
### 2.1. Caractérisation des types de produits

#### 2.1.1. Compartimentation de la biomasse ligneuse

La partie aérienne des arbres comprend différents compartiments de biomasse (Figure 4) :

- le tronc (que les forestiers appellent « tige ») comprend :
  - une bille de pied située entre la base de l'arbre et un diamètre à la plus petite extrémité (on parle alors de découpe) souvent constaté autour de 20 cm chez les feuillus et de 15 cm chez les résineux. La bille de pied est souvent la partie de l'arbre de meilleure qualité, généralement dépourvue de branches et donc de plus grande valeur marchande ;
  - des surbilles de tige situées entre la découpe précédente et la découpe 7 cm appelée classiquement « découpe bois fort ». Par extension, le volume de la tige depuis la base de l'arbre jusqu'à la découpe bois fort de la tige est appelé « volume bois fort tige ». Il s'agit du volume mesuré par l'IFN.
- le houppier est constitué de la cime de l'arbre, de l'ensemble des branches et des feuilles (ou aiguilles). Il comprend :
  - des surbilles de branches situées entre l'incise de la branche dans la tige et la découpe bois fort dans les branches. Par extension, le volume de la tige et des branches jusqu'à la découpe bois fort est appelé « volume bois fort total » ;
  - des petites branches (y compris des brindilles) et la cime de l'arbre situées au-delà de la découpe bois fort (c'est-à-dire de diamètre inférieur à 7 cm) et jusqu'à l'extrémité des branches. Pour cette dernière on parle parfois de « découpe 0 ». Par extension, le volume de l'arbre jusqu'à la découpe 0 est appelé « volume total aérien ».
  - des feuilles ou des aiguilles.

Figure 4 : Localisation des compartiments de biomasse dans l'arbre



## 2.1.2. Détermination des usages potentiels des bois

### 2.1.2.1. Pourquoi définir des usages potentiels pour les bois ?

L'étude confiée par l'ADEME vise à évaluer le gisement de bois disponible pour des usages énergétiques. Le gisement de bois aptes au sciage, déroulage et à la construction est exclu de l'analyse.

A ce stade, la première question concerne la détermination des bois susceptibles d'être valorisés sous des formes industrielles (panneaux, pâtes, piquets et poteaux) et énergétiques (bûches, plaquettes, granulés), ces deux familles d'usages consommant les mêmes types de bois. On fixe le postulat dans l'étude que les gros bois de qualité auront toujours et exclusivement un usage bois d'œuvre, conformément à l'annonce du PFN (repris dans Puech 2009) sur leur effet d'entraînement économique de l'activité forêt-bois.

En outre, l'étude s'attache à identifier le gisement de biomasse disponible **supplémentaire**, c'est-à-dire celui qui ne fait pas actuellement l'objet d'une valorisation économique. Pour cela, l'opération consiste à déduire des disponibilités brutes les prélèvements actuels dont les statistiques établies par le SSP sont disponibles par types d'usages (bois d'œuvre, bois de trituration, autres bois d'industrie, etc.).

Pour toutes ces raisons il s'avère nécessaire de ventiler les disponibilités brutes par **type d'usages potentiels**. Il s'agit bien ici d'usages potentiels car seul le marché et ses fluctuations temporelles et spatiales décide *in fine* des usages effectifs des bois, analyse en dehors du champ de l'étude. La question suivante est : comment définir ces catégories ?

### 2.1.2.2. Définition des usages potentiels des bois

Certains usages du bois nécessitent des caractéristiques particulières (diamètre minimum, absence de nœud, densité du bois). D'une manière générale, plus le diamètre ou la section d'un arbre est grand, plus grande est la palette des usages possibles. En effet, techniquement rien n'empêche de produire des plaquettes forestières avec des gros bois de bonne qualité. Inversement, plus le diamètre d'un arbre est faible, moins le nombre d'usages possibles est important : on ne fait pas de merrains avec des petits bois !

On peut donc définir des **usages potentiels des bois** en fonction de leurs **caractéristiques dimensionnelles** (grosueur, longueur). Cependant, ce n'est pas parce qu'un arbre est gros que sa qualité le rend apte aux usages les plus exigeants (menuiserie, déroulage, charpente). En effet, certains gros bois peuvent être pourris à cœur, branchus ou gélivés. Le critère dimensionnel est nécessaire mais pas suffisant. Il est indispensable d'inclure des **critères qualitatifs** dans la définition des usages potentiels des bois.

Trois catégories d'usages potentiels des bois sont définies, sans présumer de leurs usages effectifs :

#### 1. Usage potentiel bois d'œuvre (appelé **BO** par convention) :

Ce compartiment est défini comme l'ensemble de la biomasse comprise dans la bille de pied et les surbilles de tige, jusqu'à la découpe bois d'œuvre, et dont la qualité autorise des usages bois d'œuvre.

Autre appellation possible pour ce compartiment : bois de diamètre fin bout souvent supérieur à 7 cm et potentiellement valorisable sous une forme bois d'œuvre. On considère a priori que les branches ne comportent pas de BO.

#### 2. Usage potentiel Bois d'Industrie et Bois Energie (appelé **BIBE** par convention) :

Ce compartiment est défini comme la somme des trois composantes suivantes :

- (1) la biomasse de la tige comprise entre la découpe BO et la découpe bois fort (7 cm),
- (2) la biomasse de la tige de dimension BO mais dont l'usage potentiel ne peut être le BO en raison d'une qualité insuffisante,
- (3) la biomasse comprise dans les branches jusqu'à la découpe bois fort (7 cm).

Autre appellation possible pour ce compartiment : bois de diamètre fin bout supérieur à 7 cm et valorisable sous des formes industrielles et énergétiques. Les bûches sont incluses dans cette définition.

#### 3. Usage potentiel plaquettes et granulés (appelé **MB** ou menus bois par convention) :

Ce compartiment est défini comme l'ensemble de la biomasse de la tige et des branches comprise dans les bois de diamètre inférieur à 7 cm à leur plus grosse extrémité.

Autre appellation possible pour ce compartiment : menus bois de diamètre fin bout inférieur à 7 cm potentiellement valorisables sous des formes énergétiques.

**NB1** : les arbres non recensables (arbres de diamètre à 1,30 m inférieur à 7,5 cm) ne sont pas estimés. Ils ne sont pas inventoriés en raison de leur faible volume comparativement à celui des arbres recensables.

**NB2** : feuilles et aiguilles sont exclues de l'évaluation de la biomasse disponible pour l'industrie ou l'énergie.

### 2.1.2.3. Détermination pratique des usages potentiels des bois

Les diamètres utilisés pour la définition des usages potentiels varient selon des critères biologiques (feuillus / résineux), spatiaux (difficulté d'exploitation différente selon les régions), et surtout économiques (présence / absence d'équipements pour l'exploitation ou la transformation, demande fluctuante du marché à travers le temps). Ainsi, la découpe bois fort, généralement réalisée à 7 cm de diamètre, peut être réalisée à 12 voire 20 cm dans les zones difficiles d'accès et selon les régions.

En cas de marché BO porteur (i.e. demande forte en BO), la découpe correspondante est tirée vers des diamètres et des qualités inférieures. A l'inverse, dans les périodes défavorables comme c'est le cas actuellement (i.e. demande faible en BO), le marché accroît son niveau d'exigence et seuls les meilleurs bois trouvent preneurs.

La régionalisation de la compartimentation de la biomasse dans les arbres selon les essences a fait l'objet de nombreux échanges avec les acteurs rencontrés en région. Il s'agissait de faire correspondre au mieux les trois catégories d'usages avec les pratiques moyennes observées dans les régions en fonction de la qualité des bois, des sylvicultures et des marchés.

Actuellement, l'utilisation des produits forestiers porte essentiellement sur les compartiments des billes de pied (usage BO) et des surbilles de tiges et de branches (usages BI et BE) : ils constituent actuellement le bois dit marchand. Aujourd'hui, les cimes et les petites branches (i.e. les menus bois) sont exceptionnellement récoltées et commercialisées pour les usages classiques BI ou bûches. Elles constituent ce que l'on appelle les « rémanents » de l'exploitation actuelle. Pourtant, les menus bois représentent parfois des volumes non négligeables. Ils peuvent être mobilisés en tant que sous-produits de la récolte de BO / BIBE, parfois en amélioration du revenu net d'exploitation.

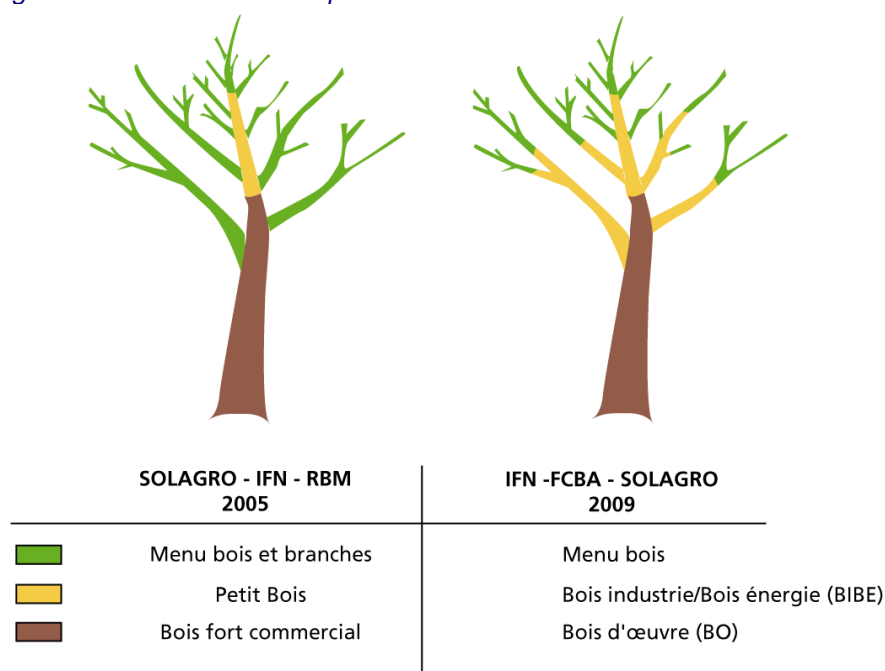
On notera toutefois que de manière quasi-automatique :

- Les tiges des petits arbres, et notamment celle de taillis génèrent exclusivement du BIBE. Les branches y sont trop petites pour façonner des bûches, elles génèrent exclusivement du MB ;
- Le compartiment des surbilles de branches n'existe pas chez les résineux : on ne façonne pas de BIBE dans les branches car elles sont souvent trop petites. Les houppiers résineux génèrent du MB (une exception à cette règle : le pin d'Alep en région méditerranéenne).

### 2.1.3. Evolution des définitions entre les études ADEME 2005 et 2009

La définition des compartiments de biomasse a évolué depuis la première étude SOLAGRO / IFN de 2005 (Figure 5) afin de mieux figurer les usages potentiels des bois.

Figure 5 : Evolution des compartiments de biomasse entre les études bois énergie ADEME 2005 et 2009





## 2.2. Disponibilités brutes

### 2.2.1. Forêts

Comme indiqué plus tôt, la mise en place d'une collaboration efficace entre l'ADEME et le MAP, commanditaires des deux études nationales sur les disponibilités en biomasse réalisées en 2008-2009, a conduit à l'édition de résultats uniques en termes de disponibilités forestières brutes, au moins pour un des scénarios MAP. Les deux études ont bénéficié réciproquement de méthodes, données, et hypothèses.

Outre les apports spécifiques de l'étude ADEME, ce document présente une synthèse (i) de la démarche mise en œuvre, (ii) des méthodes de calcul et (iii) des principales hypothèses. Les lecteurs intéressés par des informations plus détaillées sont invités à consulter le rapport final de l'étude MAP. En effet, pour des raisons d'efficacité et de comparabilité des résultats 2007 et 2009, le calcul des disponibilités brutes forestières a été réalisé par le Cemagref selon la méthodologie qu'il a mise en place en 2007.

#### 2.2.1.1. Données et méthodes de calcul

##### a) Evaluation de la ressource forestière

Les données mises en œuvre pour l'évaluation des disponibilités forestières sont exclusivement issues de l'inventaire systématique et national que l'IFN a initié en novembre 2004. Elles ont été collectées sur 20 000 placettes inventoriées lors des campagnes annuelles 2005, 2006 et 2007, soit une année moyenne consolidée 2006. Les modalités de la prise en compte des conséquences de la tempête Klaus du 24 janvier 2009 dans le grand Sud-Ouest sont précisées dans le chapitre 2.2.4.

Les données surfaciques et dendrométriques collectées dans les forêts permettent de ventiler la ressource sur pied (exprimée en surface, volume, surface terrière, accroissement, etc.) suivant un grand nombre de critères qualifiant le peuplement (par exemple l'essence principale, la propriété, l'exploitabilité physique, la classe d'âge) et les arbres qui le composent (par exemple l'essence ou la classe de diamètre). Les informations issues des relevés pédologiques et floristiques de l'IFN sont également mises à contribution dans le cadre de l'évaluation de la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales (décrit plus loin).

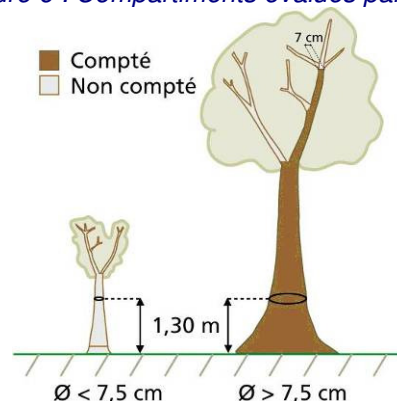
##### b) Evaluation du volume total aérien, houppier inclus

L'estimation du volume des arbres par l'IFN requiert des mesures de diamètre à 1,30 m et de hauteur totale des arbres. Des équations spécifiques appelées « tarifs de cubage » sont développées par l'IFN.

Le volume calculé par l'IFN correspond au volume bois fort (découpe fin bout 7 cm) de la tige principale des arbres recensables, c'est-à-dire ceux dont la circonférence à 1,30 mètre est supérieure à 23,5 cm (arbre de droite dans la Figure 6 ci-contre).

Le volume compris dans la cime de l'arbre et dans les branches n'est pas estimé directement par l'IFN.

Figure 6 : Compartiments évalués par l'IFN



L'évaluation du volume total aérien s'effectue en cubant chaque arbre présent dans la base de données IFN à l'aide de tarifs de cubage développés par la recherche forestière française (LERFoB) dans le cadre du projet Carbofor (Vallet, 2006). Ces tarifs donnent le volume total aérien de chaque arbre à partir de ses caractéristiques individuelles (essence, circonférence à 1,30 m et hauteur totale).

Par rapport à l'emploi des facteurs d'expansion Carbofor moyens par groupe d'essences feuillus et résineux (cf. étude ADEME 2005), l'application arbre par arbre de tarifs de cubage du volume total aérien permet d'intégrer les spécificités régionales de la ressource en lien avec la distribution spatiale des essences et la structure des peuplements. La qualité des estimations qui en résultent s'en trouve améliorée par rapport aux résultats publiés dans les études précédentes (i.e. ADEME 2005 et MAP 2007).

Toutefois, pour les feuillus, les tarifs ont principalement été établis à partir d'arbres de futaie. Leur validité pour les arbres de taillis sous futaie (houppiers développés différemment) mérite d'être évaluée. Dans cet objectif notamment, une étude nationale a été initiée en décembre 2008 (projet EMERGE financé par l'ANR BIOENERGIE 2008). Sur un large échantillon représentatif de la forêt française et dont les données sont

actuellement disséminées dans les laboratoires de recherche nationaux, le projet EMERGE établira des tarifs de cubage des volumes totaux et des volumes à différentes découpes dans la tige et les branches d'un large choix d'espèces. Ces résultats constituent une promesse d'amélioration importante dans le futur.

### c) Ventilation des volumes suivants les trois types d'usages potentiels des bois

Les disponibilités en bois sont ventilées par type d'usages potentiels (BO / BIBE / MB) suivant des proportions définies par essence et par région (ou interrégion) en fonction de l'âge et/ou du diamètre moyen des arbres coupés.

#### Compartimentation du volume de la tige

Dans le cadre de l'étude MAP 2007, la proportion de BIBE dans le volume de la tige par groupe d'essences a été estimée à dire d'experts. Sous l'égide du Cemagref, son mode de définition a consisté (1) à consulter les praticiens locaux à l'occasion de réunions interrégionales et (2) à solliciter un panel d'experts au niveau national. Le taux de MB était forfaitairement et prudemment fixé à 10 % du volume total aérien, pour les essences feuillues comme pour les essences résineuses. La proportion du volume de BO, qui n'était pas directement recherchée dans l'étude, pouvait se déduire par différence.

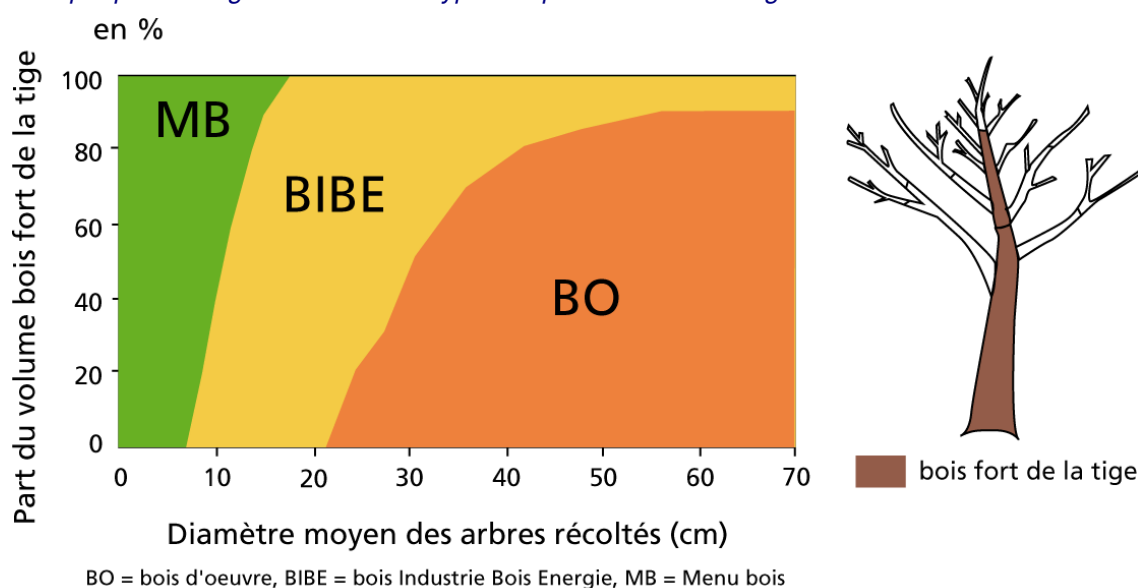
Les études conduites en 2009 ont apporté des évolutions substantielles dans la quantification des compartiments de biomasse. En effet, les cinq réunions interrégionales de consultation des acteurs locaux dans l'étude ADEME ont été l'occasion de poursuivre les échanges pour la régionalisation suivant les essences des taux moyens constatés de BIBE et de BO dans les tiges. Il faut néanmoins comprendre que la question posée aux praticiens était relativement complexe : il leur était demandé de synthétiser des taux moyens à l'échelle de territoires parfois vastes et diversifiés en termes de faciès forestiers, comme par exemple la région Rhône-Alpes. De plus, comme nous l'avons écrit précédemment, la définition des usages potentiels varie dans le temps et dans l'espace en fonction de l'évolution des marchés.

Le Graphique 1 synthétise les remarques recueillies pour les chênes (des illustrations supplémentaires sont données en Annexe 25). Il donne la part cumulée des volumes des différentes catégories d'usages potentiels dans la tige, en fonction de la grosseur des arbres récoltés. La biomasse comprise dans les compartiments des branches et de la cime de l'arbre n'est pas représentée sur le schéma.

La valeur 100 % correspond au volume de la tige à la découpe bois fort (i.e. volume IFN). Jusqu'au diamètre de 7,5 cm, les arbres ne sont pas recensables et l'ensemble du volume est constitué de MB. Au delà du seuil de recensabilité, la part de BIBE progresse rapidement pour atteindre en moyenne 50 % du volume de la tige à 10 cm de diamètre, le reste de la tige étant constitué de MB.

Les usages potentiels BO apparaissent quand les bois franchissent un diamètre minimum qui varie également en fonction de la qualité des bois. Il est en moyenne de 20 cm quand les arbres sont de bonne qualité (et/ou que le marché BO est porteur), autour de 30 cm dans les autres situations. Des coupes de chênes de 60 cm de diamètre génèrent en moyenne un volume potentiel de BO entre 60 % et 90 % du volume total de la tige selon les conditions. Le volume complémentaire de la tige est constitué de BIBE.

Graphique 1 : Régionalisation des types de produits dans les tiges de chênes

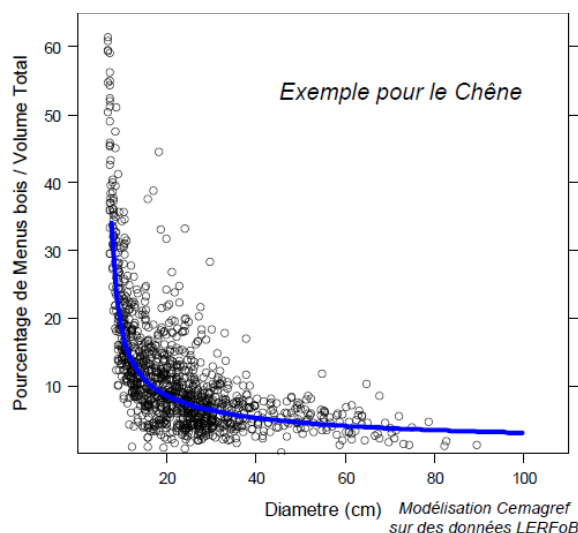


### Evaluation de la part des Menus Bois dans le volume total

La proportion de MB dans le volume total aérien par essence est estimée au travers de modèles développés spécifiquement par le Cemagref dans le cadre de l'étude MAP 2009. Le jeu de données mis en œuvre pour ajuster les paramètres des modèles est identique à celui qui a conduit à l'établissement des tarifs de cubage du volume total aérien (Vallet, 2006) réduisant ainsi les risques d'erreurs ; il a été transmis gracieusement par le LERFoB.

Le Graphique 2 indique la part du volume de MB dans le volume total aérien de chêne en fonction du diamètre des arbres coupés (8 % en moyenne).

*Graphique 2 : Proportion du volume de menus bois dans le volume total aérien des chênes.*



### Ventilation des volumes de houppiers suivant les différents types d'usages potentiels

Comme indiqué plus haut, on considère que les houppiers ne comportent pas de BO. Connaissant (i) le volume total des houppiers (par différence entre le volume total aérien et le volume bois fort tige) et (ii) le volume de MB des mêmes houppiers, on estime par différence le volume de BIBE des branches.

#### **d) Conversion des volumes en matière sèche (biomasse) anhydre**

Les volumes des différents usages potentiels sont transformés en **matière sèche anhydre** par l'emploi des valeurs d'infradensités moyennes pour les essences considérées. En forêt, ces valeurs sont issues d'une synthèse bibliographique réalisée en 2005 dans le cadre du projet Carbofor (Annexe 23).

#### **e) Evaluation de la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales**

Dans une approche visant à limiter les conflits d'usages sur le compartiment BIBE (trituration, panneaux, bûches, etc.), l'augmentation attendue de la demande en bois énergie de la part des industriels, des collectivités et des ménages suscite un vif intérêt autour de la ressource en menus bois, ces derniers étant qualifiés de « rémanents » dans les schémas classiques d'exploitation sylvicole.

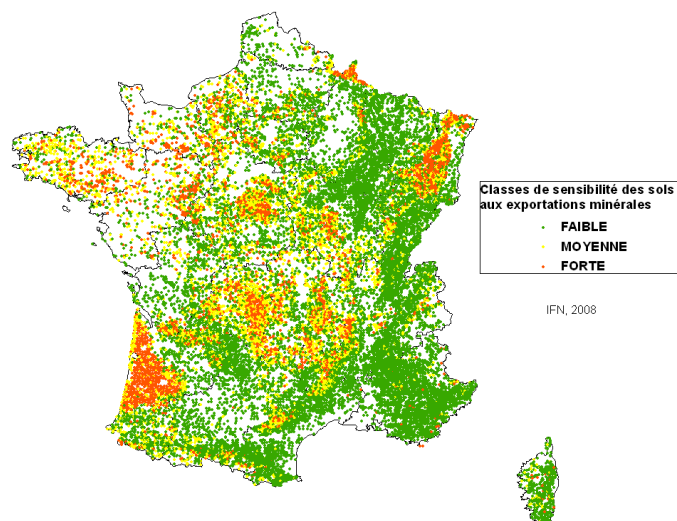
Or, « les branches et feuillages ont par nature une teneur en éléments minéraux très élevée, nettement plus que le tronc seul habituellement exploité. La récolte des rémanents, ramassés séparément du tronc ou par arbre entier, s'accompagne donc d'une forte exportation minérale. Il convient alors d'être vigilant aux risques d'appauvrissement des sols forestiers du fait de cette récolte » (Cacot et al., 2006).

Sur cette base, l'ADEME commandait et publiait en 2006 un guide pour la gestion raisonnée des rémanents de l'exploitation forestière (Cacot et al., 2006). L'objectif de ce guide, élaboré en partenariat avec l'UCFF, le FCBA, l'IDF et l'INRA, est de fournir aux gestionnaires des recommandations sur les techniques sylvicoles adaptées pour le prélèvement durable des rémanents de l'exploitation forestière en fonction des potentialités chimiques des sols. Une clé d'analyse permet le classement des sols forestiers parmi 3 classes de sensibilité chimique aux exportations minérales : forte, moyenne et faible (Annexe 27). Sur les sols les plus sensibles chimiquement (sols les plus acides), la récolte des menus bois est proscrite sauf à apporter des amendements et/ou des fertilisations compensatrices.

Parallèlement et toujours avec le soutien de l'ADEME (appel à proposition « surveillance de la qualité des sols »), le LERFoB et l'IFN évaluaient en 2006-2007 la faisabilité de bioindiquer le pH des sols forestiers (Gégout *et al.*, 2002) à l'échelle nationale sur la base des 100 000 relevés floristiques réalisés par l'IFN. Ces travaux ont notamment conduit à l'édition en 2008 d'une carte du pH des sols forestiers français<sup>1</sup>.

Finalement, sur la base de ces deux travaux complémentaires, la classe de sensibilité chimique des sols a pu être évaluée pour les 20 000 placettes IFN mobilisées dans l'étude (Figure 7). Au niveau national, 62 % des points IFN sont rangés dans la classe de sensibilité faible (en vert sur la carte) et 15 % dans la classe « forte » (en rouge sur la carte). Les disparités régionales sont très importantes. L'établissement de ce classement n'engage en rien les auteurs en termes de pratiques qui devraient être mises en œuvre.

*Figure 7 : Cartogramme de la classe de sensibilité chimique des sols forestiers aux exportations minérales d'après la clé de classement proposée par Cacot *et al.* (2006)*



#### Une mise à jour de la clé de classement des sols en 2007

La clé de classement de la sensibilité chimique des sols a fait l'objet d'une **mise à jour** fin 2007. Ces travaux ont notamment permis d'affiner les valeurs seuils de pH pour le classement dans la catégorie « **moyenne** ». Cette mise à jour n'a malheureusement **pas pu être appliquée pour le calcul des disponibilités**, les résultats nous ayant été communiqués trop tardivement. Avec ce nouveau classement, 13 % des points IFN sont rangés dans la classe « moyenne » au niveau national, contre 23 % auparavant. Les 10 points de différence entre les classements 2006 et 2007 se répartissent de manière homogène entre les catégories « faible » et « forte ». Avec ce nouveau classement, 25 % des points IFN sont affectés dans la classe de sensibilité forte (contre 15 % avec le classement retenu), deux points sur trois sont dans la catégorie « faible » (62 % avec le classement retenu).

#### **f) Evaluation des disponibilités forestières brutes**

La démarche est présentée ici dans ses grandes lignes, les méthodes et hypothèses de calcul sont décrites de manière plus complète dans les rapports d'étude du Cemagref préparés pour le MAP en 2007 et 2009.

Classiquement, l'évaluation des disponibilités en bois s'organise en plusieurs étapes successives.

Il s'agit tout d'abord de construire une typologie des peuplements basée sur des critères liés aux modes de gestion et à la croissance biologique. Pour cela on s'appuie sur les données IFN relatives à l'essence principale (hêtre, sapin pectiné, pin laricio, etc.), la localisation géographique (sud est, Rhône-Alpes, etc.), la propriété (privée, domaniale, communale), l'exploitabilité physique (Annexe 26), ainsi qu'à d'autres critères qui permettent d'évaluer la structure du peuplement (composition du peuplement, distribution des diamètres et origine franc pied / rejet des arbres qui le composent). Les ensembles uniques ainsi constitués sont appelés des **domaines d'étude**. Ils regroupent des peuplements forestiers comparables en termes d'objectifs sylvicoles et de croissance. Les disponibilités en bois sont calculées à cette échelle.

<sup>1</sup> L'ensemble des éléments méthodologiques relatifs à la bioindication du pH par la flore et à la création de la carte du pH ainsi qu'un guide d'utilisation de la carte sont disponibles sur le site de l'IFN.

Les données de l'IFN permettent ensuite de quantifier la ressource actuelle de chacun des domaines d'étude. Elle s'exprime en surface, en volume, en surface terrière, en production, etc. mais aussi en nature des essences présentes. La ressource est également ventilée par classe d'âge ou de diamètre suivant le type de peuplement et son mode de gestion a priori le plus adapté.

A ce stade, tous les peuplements forestiers sont affectés à un type de gestion particulier : futaies, mélanges futaie-taillis, taillis. Pour chaque type de gestion, une méthode originale développée par le Cemagref en 2007 consiste à analyser la ressource en place au regard des normes ou des préconisations de gestion durable. C'est ainsi que pour chaque domaine d'étude (ou familles de domaines d'étude), des scénarios sylvicoles fonctions de la fertilité moyenne des peuplements sont arrêtés sur la base de la littérature nationale et régionale (tables de production, guides de sylviculture, etc.) et de l'expertise disponible.

Schématiquement les scénarios sont définis par :

- un taux de prélèvement (volume, surface terrière ou nombre de tiges) pour un âge / diamètre donné,
- une durée entre deux interventions successives (rotations),
- une durée de régénération des peuplements mûrs (cas des coupes rases dans les taillis surannés).

L'objectif poursuivi par cette approche est la mise en place progressive à l'échelle de la forêt française des pratiques préconisées dans les scénarios de gestion durable. Par exemple, les taux de prélèvements seront conformes aux préconisations de gestion durable dans le cas de peuplements voisins de la « norme » (on définira ainsi un gisement pérenne). A contrario, les taux de coupe seront augmentés dans les peuplements surcapitalisés (on définira ainsi un gisement conjoncturel) ou réduits dans les peuplements peu denses.

Ce « rattrapage » s'opère toutefois suivant un rythme compatible avec les dynamiques humaines et sylvicoles, notamment pour le maintien d'une bonne stabilité des peuplements (des coupes trop fortes accroissent la sensibilité des peuplements aux risques biotiques et abiotiques).

#### 2.2.1.2. Discussion autour des principales hypothèses

La prospective réalisée ici repose sur les principales hypothèses suivantes :

1. La productivité des peuplements est constante,
2. La surface boisée est constante,
3. Mise en œuvre progressive à l'échelle nationale de toutes les forêts françaises des préconisations de gestion durable = scénario « gestion durable »,
4. Les types de gestion et les préconisations sylvicoles actuels sont maintenus (les futaies sont régénérées en futaie, les taillis en taillis, etc. et les objectifs de gestion durables définis aujourd'hui continuent d'être appliqués à l'identique),
5. La ventilation des volumes par type d'usages potentiels des bois est invariante dans le temps.

Les hypothèses 1 et 2 sont peu risquées dans le cadre d'une étude prospective sur la forêt à l'horizon 2020, celle-ci se caractérisant par une certaine inertie biologique (lenteur des processus impliqués) et de gestion. En effet, les cycles forestiers sont relativement longs (même dans le cas du pin maritime) et les changements de productivité ou les boisements / reboisements qui surviendraient dès 2009 n'auraient pas d'impact significatifs à l'horizon 2020 sur la quantité de volumes disponibles pour l'énergie.

On rappelle ici que le développement des TCR, TTCR et FCR est exclus du périmètre de l'étude.

L'hypothèse 3 renseigne sur le type de scénario appliqué. La méthode conduit à la mise en œuvre progressive dans toutes les forêts métropolitaines des préconisations de gestion durable. C'est évidemment souhaitable mais est-ce pour autant le scénario le plus probable pour les prochaines années ? **Le scénario « gestion durable » implémenté peut raisonnablement être qualifié d'optimiste et en tout cas de souhaitable** Il offre l'avantage d'évaluer les disponibilités en bois dans le cas d'une implication forte de la puissance publique et des acteurs privés (propriétaires et gestionnaires) pour le développement des filières forêt et bois françaises. Cela va dans le sens des récentes annonces (Puech 2009). **Ce scénario a donc des chances de se réaliser. Les résultats qu'il produit peuvent être lus comme les valeurs maximales de la fourchette du possible.**

L'hypothèse 4 présuppose que le développement futur de la demande en bois énergie (+ 12 millions de m<sup>3</sup> directement pour l'énergie en 2020) ne modifiera pas les types de gestion et les pratiques actuelles ce qui est certainement prudent. En effet, les peuplements actuellement en déséquilibre (forêts non gérées, mélanges pauvres, taillis vieillissants) pourraient être régénérés au profit de systèmes mieux adaptés à la production de biomasse. Des réflexions sur les modes de conduite sylvicole dans un contexte d'utilisation accrue de biomasse ont été initiées récemment, notamment sous l'égide d'ECOFOR (expertise collective BIO-2). Il est encore trop tôt pour formuler des hypothèses chiffrées.

Si les impacts de cette hypothèse d'invariance restent limités dans les peuplements jeunes (même en modifiant les traitements sylvicoles dès 2009 ces peuplements ne devraient pas produire de disponibilités en quantité significatives à l'échéance 2020), ils peuvent être plus marqués dans les peuplements adultes et mûres qui occupent des surfaces relativement importantes. Les implications de l'hypothèse 3 qualifiée précédemment d'optimiste compenseront pour partie les conséquences de l'hypothèse 4 prudente.

Enfin, l'hypothèse 5 sur la ventilation des volumes par type d'usages potentiels est conservatrice. C'est peut être la plus sensible des hypothèses car elle a des conséquences directes sur les volumes des différents types d'usages potentiels. Elle peut toutefois être acceptée dans le cadre décrit plus haut du développement du bois énergie majoritairement en tant que coproduit d'une filière BO nationale appelée par les politiques à poursuivre son développement.

### 2.2.1.3. Principaux résultats en disponibilité brute forestière

La disponibilité brute forestière en produits valorisables sous des formes énergétiques représente un volume annuel de 81,4 millions de m<sup>3</sup> sur la période 2006-2020 (soit 18,1 millions de tep par an), dont **68,1 millions de m<sup>3</sup> par an de BIBE** (Tableau 2), soit l'équivalent de 15,2 millions de tep par an.

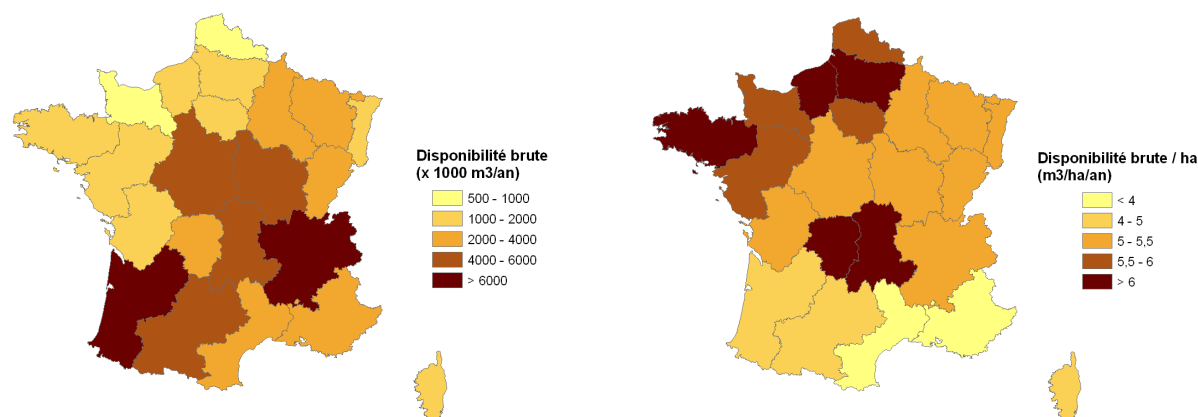
La disponibilité brute est très majoritairement feuillue (voir Figure 8 et les résultats détaillés par groupe d'essence en Annexe 1). Elle est localisée pour les trois quarts en forêt privée, conformément à la prépondérance de cette catégorie de propriété dans la superficie boisée nationale. Au sein des forêts publiques, 39 % de la disponibilité brute se rencontre en forêt domaniale (voir Annexe 2).

*Tableau 2 : Disponibilité brute forestière par type de produit et par région*

Région administrative	BIBE		Menus Bois	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	en ktep	x 1000 m <sup>3</sup> /an	en ktep
ALSACE	1 638	357	364	79
AQUITAINE	6 751	1 476	1 330	286
AUVERGNE	4 111	883	779	166
BASSE-NORMANDIE	865	196	153	34
BOURGOGNE	4 690	1 073	912	207
BRETAGNE	1 902	423	353	78
CENTRE	4 532	1 033	793	180
CHAMPAGNE-ARDENNE	3 296	753	627	143
CORSE	1 288	291	243	55
FRANCHE-COMTE	3 678	816	762	168
HAUTE-NORMANDIE	1 304	299	234	53
ILE-DE-FRANCE	1 422	331	234	55
LANGUEDOC-ROUSSILLON	3 166	702	729	163
LIMOUSIN	3 431	770	626	139
LORRAINE	3 942	876	830	184
MIDI-PYRENEES	5 581	1 278	1 049	240
NORD-PAS-DE-CALAIS	541	127	93	22
PAYS DE LA LOIRE	1 626	363	303	67
PICARDIE	1 738	402	312	72
POITOU-CHARENTES	1 745	402	333	77
PACA	3 248	680	646	138
RHONE-ALPES	7 561	1 649	1 652	358
<b>France</b>	<b>68 056</b>	<b>15 178</b>	<b>13 356</b>	<b>2 964</b>

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).



**Figure 8 : Disponibilités forestières brutes de BIBE en volume et en volume moyen à l'hectare**

Les régions situées le long d'une diagonale Sud-Ouest / Nord-Est présentent les chiffres de disponibilités brutes les plus élevées en raisons de l'importance de la surface boisée sur ces territoires (Figure 8). La carte de disponibilité moyenne par hectare boisé place les régions du Nord-Ouest en tête du fait de niveaux de productivité des essences feuillues (elles y sont prépondérantes) souvent forts dans ces régions au climat océanique et aux sols riches. Les niveaux également élevés dans les régions du Massif Central sont le fait de l'entrée en production des peuplements résineux plantés après guerre. A contrario, bien que fortement boisées, la disponibilité brute de BIBE des trois régions méditerranéennes ( $3,1 \text{ m}^3/\text{ha}$  en moyenne) s'établit très en dessous de la moyenne nationale ( $4,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) du fait des contraintes fortes sur la croissance.

**Les menus bois disponibles se rencontrent principalement sur des sols peu sensibles aux exportations minérales** (59 % de la disponibilité brute), 17 % sont localisés sur des sols fortement sensibles et 24 % sur des sols moyennement sensibles.

A noter ici que pour les besoins de l'étude MAP 2009 et à la demande de celui-ci, le Cemagref a également calculé des résultats selon un scénario d'intensification des prélèvements. La disponibilité forestière brute ainsi obtenue est supérieure d'environ 9 % à celle qui est présentée ici.

#### 2.2.1.4. Discussion autour des résultats

##### Evaluation de la part de bois disponible pour l'énergie liée à l'exploitation de BO

Au niveau national, la part de la disponibilité brute en BIBE liée à l'exploitation de BO est estimée à 42 % si l'on retient le BIBE physiquement lié, ou 62 % si l'on considère le BIBE induit par l'exploitation du BO (i.e. lien physique et économique). Les résultats par région sont en Annexe 3. Lorsque le BIBE est déclaré libre, sa mobilisation requiert une exploitation et une logistique spécifique. Le BIBE « libre » correspond au volume exploité dans les coupes finales des peuplements de taillis et aux petits bois d'éclaircie. L'écart de 20 points induit par la différence de définition du BIBE « lié » porte exclusivement sur le mode de classement des brins de taillis dans les mélanges de futaie et de taillis.

Dans le premier cas, on considère que le BIBE des brins de taillis est exclusivement et systématiquement libre. Cette approche correspond au mode de conduite classique des TSF où la gestion des brins de taillis est indépendante de celle des tiges de futaie. Le BIBE lié concerne donc les seules branches des tiges de futaie dès lors que la part du volume de BO dans ces tiges est jugée suffisante (supérieure à 25 %). Dans ce cas, BIBE et BO sont liés physiquement dans le sens où ils concernent strictement les mêmes arbres.

Dans le second, on considère que la mobilisation du BO et BIBE des tiges de futaie dans les mélanges permet aussi la récolte du BIBE des taillis (cloisonnement, dégâts d'exploitation, aubaine de la présence d'engins et de bûcherons). On ajoute une considération économique par rapport au classement précédent.

##### Des incertitudes liées au mode d'évaluation des volumes dans les houppiers

Les données et outils disponibles pour l'évaluation du volume total aérien couvrent de manière relativement fruste certains types de peuplements pour lesquels la recherche dispose de peu de données. C'est le cas des brins de taillis des mélanges qui représentent une part conséquente de la ressource sur pied et pour lesquels l'évaluation du volume total aérien est actuellement surestimée. Toute l'erreur des modèles employés successivement se retrouve dans la différence des deux tarifs, c'est-à-dire dans le volume des houppiers. C'est pourquoi, par prudence, ce compartiment a été exclu des résultats. Cette approche avait été retenue par le Cemagref en 2007 et les connaissances n'ont pas évoluées depuis lors. Rien ne permet toutefois d'affirmer avec quelle précision ce volume correspond effectivement à une réalité physique. Les travaux engagés fin 2008 dans le cadre du projet ANR EMERGE devraient permettre d'améliorer l'estimation de ce volume.

## 2.2.2. Peupleraies

### 2.2.2.1. Données et méthodes de calcul

#### a) *Evaluation de la ressource en peupliers*

L'évaluation de la ressource populicole s'appuie exclusivement sur les données des campagnes de mesures IFN réalisées entre 2005 et 2007, soit 500 points d'inventaire au niveau national pour une année moyenne 2006.

#### b) *Constitution de domaines d'étude pour le calcul des disponibilités en bois*

L'objectif en populiculture est de produire rapidement du bois de qualité BO. Le peuplier est en effet une essence à croissance rapide et l'élagage permet d'obtenir du bois net de nœud pour le déroulage.

Pour autant :

- Tous les cultivars de peuplier n'ont pas la même capacité de croissance ;
- Toutes les régions de France n'offrent pas les mêmes conditions de croissance ;
- Tous les populteurs ne pratiquent pas une sylviculture intensive.

L'âge de la récolte des peupleraies varie selon ces différents critères. De plus d'autres critères peuvent intervenir pour modifier la circonférence (et donc l'âge) de la récolte des peupliers :

- Un cultivar de qualité comme le I214 sera coupé assez jeune car son bois blanc est très demandé ;
- L'état sanitaire des cultivars interaméricains attaqués par la rouille nécessite une récolte aussi précoce qu'il est économiquement possible ;
- Au contraire, le Blanc du Poitou cultivé traditionnellement en Poitou-Charentes est coupé tardivement pour la production de feuilles de contreplaqués ;
- Des cultivars de qualité moyenne (ou non élagués) seront coupés plus tardivement pour compenser la faible qualité par un volume plus important ;
- Enfin d'une région à l'autre, la circonférence visée pour les arbres coupés varie sensiblement : elle est souvent plus élevée au Nord qu'au Sud de la France.

Les critères retenus pour la constitution des domaines d'études, échelle à laquelle sont réalisés les calculs de disponibilités (voir plus bas), sont la localisation géographique et le groupe de cultivars.

On définit quatre interrégions populicoles. Les caractéristiques (cultivars, croissance, circonférence objectif des bois) sont globalement plus hétérogènes entre les interrégions qu'au sein des interrégions :

- Le Nord-Est : Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne, Ile-de-France et les régions voisines où les peupleraies sont marginales (Lorraine, Alsace et Haute Normandie) ;
- Le Centre-Est : Bourgogne, Franche Comté, Rhône Alpes et les régions voisines (Auvergne, Limousin, Languedoc Roussillon et PACA) ;
- Le Nord-Ouest : les peupleraies sont essentiellement implantées dans la vallée de la Loire (Pays de la Loire, Centre). Les régions voisines Bretagne et Basse Normandie y sont associées ;
- Le Sud-Ouest : Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes.

L'IFN identifie sept cultivars ou groupes de cultivars : I214, Robusta, Interaméricains, Autres Euraméricains, Trichocarpa, Deltoïde, Autres cultivars (y compris les mélanges de cultivars). Pour des raisons de précision statistiques, certains cultivars trop faiblement représentés localement sont regroupés avec leurs voisins botaniques les plus proches.

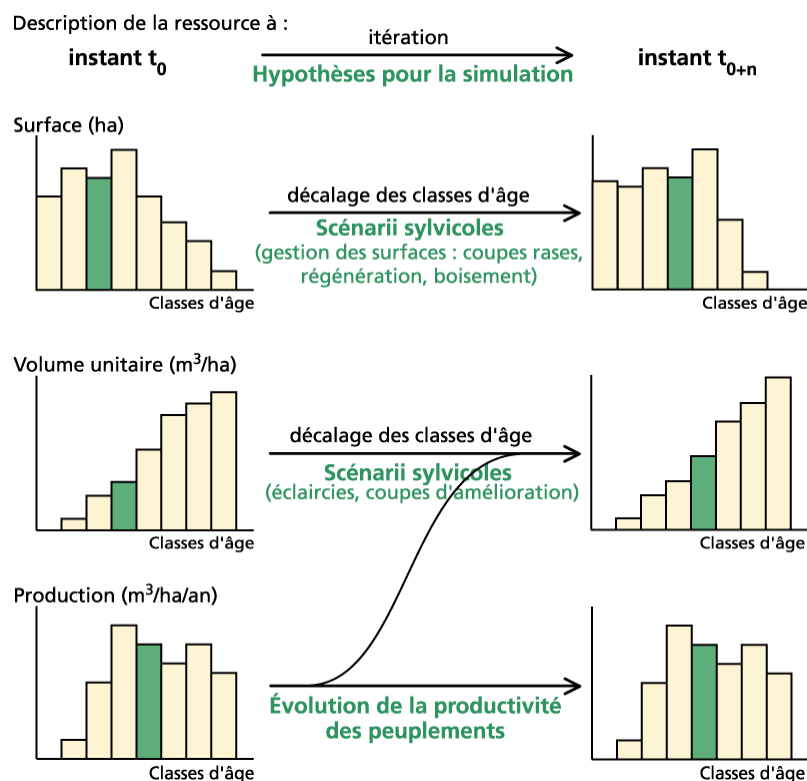
Finalement, 17 domaines d'étude sont constitués. Les disponibilités en bois sont calculées après que :

- (1) Les données IFN aient été mobilisées pour quantifier la ressource dans chaque domaine d'étude,
- (2) Des scénarios de récolte aient été construits pour chacun des domaines d'étude.

### c) Méthode implémentée pour le calcul des disponibilités brutes

Le calcul des disponibilités en bois dans les peupleraies se réalise à l'aide d'un modèle faisant croître les peuplements par classe d'âge (Figure 9). Ce type d'approche est particulièrement efficace dans le cas de peuplements équiennes comme le sont les futaies de peupliers.

Figure 9 : Principe du simulateur par classe d'âge de l'IFN



Il s'agit d'un modèle de type démographique, c'est à dire où tous les peuplements de même âge sont regroupés en classes d'âge pour lesquelles les données de l'IFN renseignent une surface, un volume et un accroissement biologique moyen à l'hectare net de la mortalité. Plus proches des systèmes de production agricoles que forestiers, les seules coupes pratiquées en peupleraies concernent les plantations dont les arbres ont atteint l'objectif de maturité. Les disponibilités annuelles en bois sont alors dérivées des volumes sur pied des classes d'âge passées en coupe finale.

### d) Etablissement des scénarios de récolte

#### Détermination de la circonférence objectif pour la récolte des peupliers

Les populteurs cherchent à atteindre le plus rapidement possible des peupliers d'une circonférence (ou d'un volume unitaire) demandée par les industriels. On parle alors de **circonférence objectif**. Elle varie d'une région à l'autre, en fonction des traditions locales (choix des cultivars, des modes de conduite) mais aussi et surtout en fonction des critères demandés par le marché.

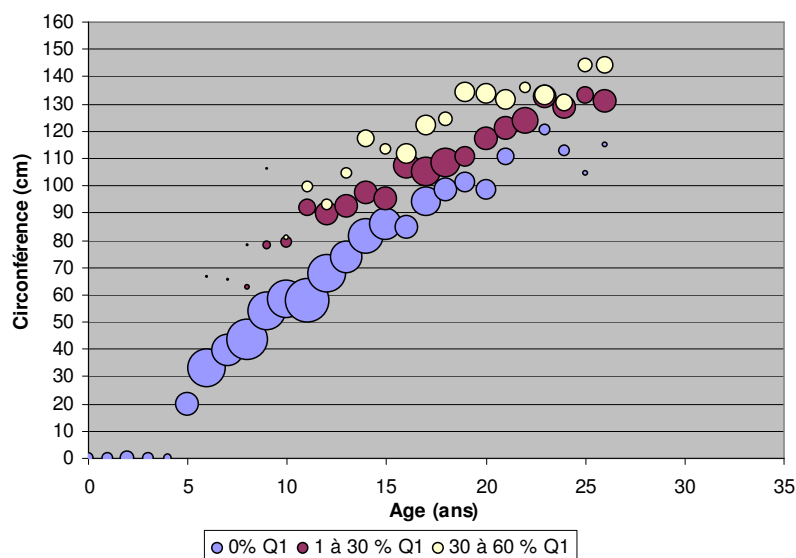
La circonférence objectif est le plus souvent située entre 120 et 140 cm (soit entre 38 et 45 cm de diamètre). Elle peut être plus faible dans certaines régions (ponctuellement on relève des coupes à 110 cm dans la vallée de la Garonne) ou plus élevée pour certains cultivars (150 cm pour le Blanc du Poitou). La tendance est cependant à la réduction de la circonférence moyenne, soit 130 cm (ou environ 40 cm de diamètre).

La circonférence objectif des 17 domaines d'étude retenus dans l'étude est définie à partir :

- des observations réalisées sur les placettes d'inventaire de l'IFN,
- des informations recueillies auprès des professionnels rencontrés lors des réunions régionales.

Ainsi, la Figure 10 ci-dessous montre l'évolution, pour le cultivar I214 dans le Nord-Est, de la circonférence moyenne des peupliers levés sur les placettes IFN en fonction de l'âge.

On constate que la circonférence moyenne des peuplements élagués (peuplement dont le volume comporte une proportion importante de bois de qualité déroulage, en jaune sur le graphique) plafonne à 130 cm de circonférence : on en déduit que les peupleraies de I214 dans la région considérée sont récoltées quand elles atteignent en moyenne cette dimension.

**Figure 10 : Evaluation de la circonférence objectif du cultivar I214 dans le Nord-Est**

Le Tableau 3 synthétise les circonférences objectives moyennes retenues dans les quatre interrégions populières. Dans le détail elles varient en fonction des groupes des cultivars.

**Tableau 3 : Circonférence objectif pour la récolte des peupliers selon l'interrégion considérée**

Interrégions	Dimension objectif	
	Circonférence (cm)	Diamètre (cm)
Centre Est	130	41
Nord Est	140	45
Nord Ouest	125	40
Sud Ouest	125	40
<b>France</b>	<b>130</b>	<b>41</b>

Les peupleraies du domaine d'étude « interaméricains Nord-Est » constituent une exception. En effet, elles sont coupées précocement en raison des dépérissements massifs liés aux attaques de rouille. Les coupes pratiquées sont donc indépendantes d'une quelconque circonférence objective, il s'agit de coupes sanitaires.

#### Détermination des âges charnières des scénarios de récolte

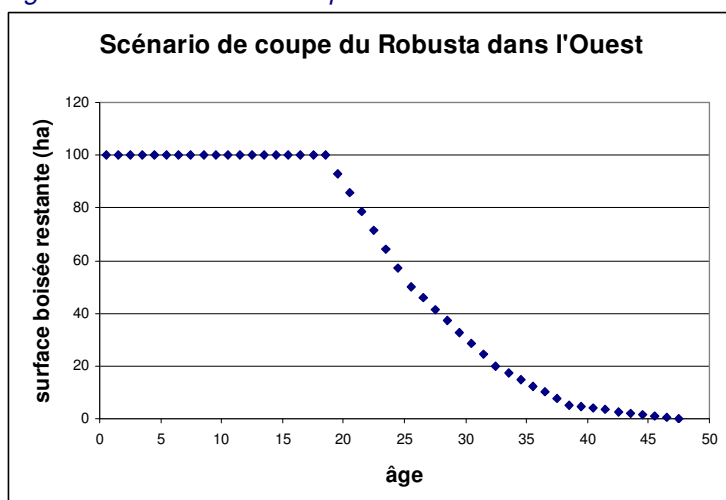
La circonférence objective est atteinte à un âge variable selon les conditions de croissance (climat, fertilité) et les cultivars utilisés. La récolte des peupleraies varie donc autour d'un âge moyen à déterminer.

Les scénarios de récolte sont définis par les trois paramètres suivants :

- L'âge de début des coupes (les peupleraies les plus productives ont atteint la circonférence objective);
- L'âge moyen des coupes (i.e. 50 % des peupleraies d'une génération ont la circonférence objective) ;
- L'âge où la majorité des coupes a été réalisée.

Un scénario de coupe peut être représenté comme l'évolution de la population d'une génération au cours du temps (Figure 11). Si on considère une plantation de 100 ha de Robusta dans l'Ouest de la France en 2000, les premiers hectares seront coupés 20 ans après la plantation ; 50 ha auront été coupés en 2026 puis 90 ha auront été rasés en 2037. Les 10 ha restant concernent les stations les moins productives. Les peupleraies seront coupées progressivement jusqu'à un âge maximum, difficile à évaluer compte tenu du faible effectif concerné (faible occurrence statistique). Il correspond souvent au maximum biologique.

Figure 11 : Scénario de coupe du robusta dans l'Ouest de la France



La construction de relations circonférence / âge à partir des données IFN permet d'évaluer les valeurs des trois paramètres implémentés dans les scénarios de coupe à partir des circonférences objectif.

Les âges charnières des 17 domaines d'étude sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Ages charnières des scénarios de coupe en peupleraies

Interrégions	Cultivars	AGE_MIN	AGE_MOY	AGE_MAJ
Centre Est	Autres Euraméricains	17	21	25
Nord Est	Autres Euraméricains	23	30	35
Nord Ouest	Autres Euraméricains	18	22	28
Sud Ouest	Autres Euraméricains	15	20	25
France	Autres cultivars	21	27	37
France hors Sud Ouest	I214	19	25	34
Sud Ouest	I214	16	21	24
Centre Est	Inconnu ou mélange	18	23	27
Nord Est	Inconnu ou mélange	23	30	39
Nord Ouest	Inconnu ou mélange	18	23	26
Sud Ouest	Inconnu ou mélange	17	22	25
Centre Est	Interaméricains	17	21	24
Nord Est	Interaméricains	coupes sanitaires		
Ouest	Interaméricains	15	19	24
Est	Robusta	23	30	45
Ouest	Robusta	19	26	37
France	Trichocarpa	19	27	32

#### e) Ventilation des disponibilités par type d'usages potentiels

La première étape consiste à estimer le volume total aérien. A l'inverse des arbres de forêt, il n'existe pas de tarifs de cubage du volume total aérien pour les peupliers. Les professionnels que nous avons rencontrés à l'occasion des réunions interrégionales nous ont indiqué que l'exploitation de 1 m<sup>3</sup> de grume de peuplier génère de l'ordre de 1 MAP de houppier, soit environ 0,3 m<sup>3</sup> de bois plein. Les peupliers étant récoltés à maturité, le facteur d'expansion branche (volume total aérien / volume tige bois fort) de 1,3 est retenu.

Ensuite, le volume total aérien est ventilé suivant les trois catégories d'usages potentiels. Une étude sur la disponibilité en peupleraie a été réalisée par l'AFOCEL en 2002. Un comité de pilotage constitué de professionnels avait validé les hypothèses suivantes : « à maturité, le rapport bois d'œuvre / bois fort tige est en moyenne de 95 %. On estime par ailleurs que le volume de bois de trituration généré par la récolte de 1 m<sup>3</sup> de bois d'œuvre est égal à 0,27 m<sup>3</sup>. ». Enfin, la différence entre le volume total aérien et le volume de BO + BIBE correspond au volume de MB, soit 8 % du volume total aérien.

Les volumes sont convertis en **matière sèche anhydre** par l'emploi d'une valeur d'infradensité moyenne pour les peupliers de 0,35 tMS/m<sup>3</sup> (Löwe, 2000).

### 2.2.2.2. Discussion autour des principales hypothèses

Les calculs reposent sur un **scénario de type tendanciel**. Il permet d'analyser l'évolution des disponibilités en peupliers sur la période 2006-2020 toutes choses égales par ailleurs (scénario « Business As Usual »). Dans cette approche déterministe, la surface et la productivité des peupliers sont supposées invariables au cours du temps. On considère en outre que le marché demande toujours les mêmes caractéristiques de produits. Cela revient à ne pas modifier la circonférence objectif des scénarios de récolte. Mais aussi, les surfaces coupées sont replantées avec des cultivars offrant les mêmes caractéristiques de croissance qu'initialement, soit aucun peuplier récolté avant l'âge de 15 ans, ou en 2021.

Ces conditions peuvent être acceptées compte tenu (i) des progrès très importants réalisés par le passé dans l'amélioration génétique de la croissance du peuplier (gagner encore en croissance se ferait au détriment de la qualité des bois) et (ii) des incertitudes concernant la disponibilité future en eau, facteur essentiel dans la croissance des peupliers.

Par défaut, tous les sols portant des peupleraies sont considérés comme **chimiquement peu sensibles aux exportations minérales** induites par la récolte de MB. Cette hypothèse est probablement optimiste. Elle peut cependant être acceptée dans la mesure où les peupleraies sont essentiellement implantées en vallée alluviale, souvent sur d'anciennes terres agricoles.

### 2.2.2.3. Principaux résultats en disponibilité brute populicole

L'exploitation des peupleraies pour le bois d'œuvre génère une disponibilité brute moyenne annuelle de 783 000 m<sup>3</sup> de bois pour des usages énergétiques et industriels sur la période 2006-2020, dont 547 000 m<sup>3</sup>/an de BIBE (soit 82 ktep/an). Les résultats peuvent être individualisés dans les quatre régions administratives où la surface des peupleraies est supérieure à 20 000 ha (Tableau 5). En peupleraie, les disponibilités en BIBE et MB sont strictement liées à celle du BO.

Tableau 5 : Disponibilités populicoles brutes annuelles en BIBE et MB sur la période 2006-2020

Interrégions populicoles	BIBE		Menus Bois	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an
SUD OUEST <i>dont Aquitaine</i>	127 55	19 8	55 24	8 4
NORD EST <i>dont Champagne-Ardenne</i> <i>dont Picardie</i>	169 34 65	25 5 10	73 15 28	11 2 4
NORD OUEST <i>dont Pays-de-la-Loire</i>	157 84	24 13	68 36	10 5
CENTRE EST	94	14	41	6
<b>FRANCE</b>	<b>547</b>	<b>82</b>	<b>236</b>	<b>35</b>

NB : Les conséquences de la tempête Klaus du 24 janvier 2009 dans le Sud-Ouest ne sont pas évaluées, comme précisé dans le chapitre 2.2.4.

### 2.2.2.4. Discussion sur les résultats

Les rémanents de l'exploitation bois d'œuvre des peupliers représentent un gisement de biomasse relativement mineur au niveau national et en comparaison aux autres sources de biomasse ligneuse : 0,8 % de la disponibilité brute totale de BIBE d'origine forestière, populicole et bocagère.

Ils peuvent toutefois constituer une ressource d'appoint pour les acteurs locaux (ménages, chaufferies). En effet, lorsqu'elles sont implantées dans un territoire, les peupleraies ont la particularité d'être facilement accessibles. En outre, ces types de bois ne semblent pas faire l'objet actuellement d'une valorisation systématique ; ils sont parfois andainés en bout de parcelle pour être brûlés sur site.

Il est rappelé cependant que les résultats en disponibilités brutes de BIBE et de MB sont très sensibles au mode d'estimation des volumes dans ces compartiments. Les résultats obtenus au niveau national restent cependant fiables dans le sens où les coefficients successivement appliqués au volume de la tige (découpe bois fort) sont issus de l'expertise nationale (FCBA, experts consultés à l'occasion des réunions régionales). Il est certain en revanche que l'analyse détaillée des pratiques locales par type de cultivars permettrait d'affiner les estimations régionales.



## 2.2.3. Haies et alignements

### 2.2.3.1. Données et méthodes de calcul

La ressource bocagère considérée dans l'étude comprend les haies et les alignements d'arbres implantés dans le milieu rural (voir le lexique).

Les données mises en œuvre proviennent essentiellement de l'IFN et de la bibliographie nationale. Elles ont été complétées à l'occasion d'une enquête ad hoc auprès des acteurs du monde bocager national.

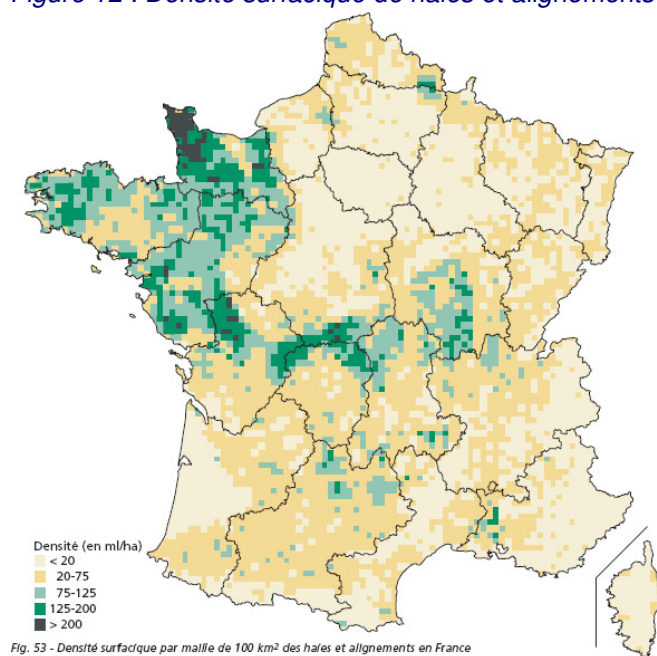
La méthode implémentée pour l'évaluation de la disponibilité brute d'origine bocagère compte six étapes successives.

#### Etape 1 : Evaluation du linéaire brut de haies sur photographie aérienne

Tout d'abord, le linéaire est évalué par région administrative (figure 12) à partir de la nouvelle méthode d'inventaire des haies mis en place en 2005 par l'IFN (voir encadré ci-dessous).

Le linéaire issu de la photo-interprétation étant en général surévalué par rapport à la réalité du terrain (confusions possibles sur photographie avec les talus herbus du fait de l'absence de vision stéréoscopique), une réfaction forfaitaire de 25 % a été appliquée. Celle-ci est issue d'une comparaison réalisée par l'IFN en Bretagne entre d'une part le linéaire observé sur photographies et d'autre part le contrôle sur le terrain.

*Figure 12 : Densité surfacique de haies et alignements en France*



Source : Photo-interprétation IFN 2005-2007

#### Méthodologie IFN d'inventaire des éléments linéaires (haies et alignements d'arbres)

En 2005, l'IFN a mis en place une nouvelle méthode d'inventaire des haies et alignements qui constituent la majorité des ligneux hors forêt (LHF). Il s'agit d'un échantillonnage systématique à deux phases. La première phase est basée sur un travail de photo-interprétation dont l'outil d'échantillonnage est un ensemble de transects de 1 km de long répartis uniformément sur le territoire et d'orientations variables. Le nombre d'intersections entre les transects et les LHF permet de déduire une longueur de haies. La deuxième phase consiste en l'inventaire sur le terrain d'un sous-échantillon des haies vues en phase 1. Cette phase comporte un contrôle de l'observation réalisée sur photo, une description détaillée de la haie, des mesures sur les arbres et un relevé floristique.

#### Etape 2 : Ventilation du linéaire brut par types de haies à l'aide des informations relevées sur le terrain

Sur la base des données collectées sur le terrain par l'IFN à partir de 2005, le linéaire précédemment obtenu a été ventilé suivants quatre grands types d'après les définitions en vigueur à l'IFN depuis 2005 (Tableau 6).

**Tableau 6 : Définition des grands types de haies et d'alignements selon l'IFN (méthode 2005)**

Types de haies et d'alignements (IFN 2005)	Définition
Alignement de peupliers	Peupliers cultivés purs - couvert total d'une largeur inférieure 20 m sur une longueur supérieure ou égale à 25 m - régularité en diamètre et distance avec des écarts inférieurs 1/4 pour au moins 3/4 des arbres - espacement moyen supérieur ou égal à 1 m.
Autres alignements	Autres arbres ou peupliers cultivés non purs - couvert total d'une largeur inférieure 20 m sur une longueur supérieure ou égale à 25 m - régularité en diamètre et distance avec des écarts inférieurs 1/4 pour au moins 3/4 des arbres - espacement moyen supérieur ou égal à 1 m.
Haie arborée	Arbres forestiers sur 1/3 ou plus de la longueur - couvert total d'une largeur inférieure 20 m sur une longueur supérieure ou égale à 25 m - pas d'interruption du linéaire sur une longueur supérieure à 10 m - pas de régularité ou espacement moyen inférieur à 1 mètre.
Haie arbustive (non productive)	Arbres forestiers sur moins de 1/3 de la longueur ou autres espèces ligneuses de hauteur potentielle supérieure ou égale à 1,30 m - couvert total d'une largeur inférieure 20 m sur une longueur supérieure ou égale à 25 m - pas d'interruption du linéaire sur une longueur supérieure à 10 m - pas de régularité ou espacement moyen inférieur à 1 mètre.

Les haies arbustives au sens de l'IFN (i.e. peu ou pas arborées) sont considérées comme non productives, et sont exclues de l'évaluation de la disponibilité brute. Le linéaire de haies arborées relevé par l'IFN est ventilé en 4 sous-types, issus d'une typologie bretonne utilisée pour quantifier la production (Bouvier, 2008), comme indiqué dans le Tableau 7. Les alignements sont regroupés avec les haies de futaie.

**Tableau 7 : Typologie des haies et alignements utilisée pour ventiler le linéaire de haies de l'IFN**

Typologie IFN (2005)	Typologie Bretagne (Bouvier 2008)
Alignements de peupliers	Haies de futaie
Autres alignements	Haies de futaie
Haies arborées	Haies arbustives productives*
	Haies de taillis
	Haies mixtes taillis-futaie
	Haies de futaie

\* Les haies arbustives productives selon Bouvier (2008) comportent des arbustes (dont la production peut être utilisée pour la biomasse) et parfois également des arbres.

Dans chaque région ou interrégion bocagère (cas des régions les moins bocagères), le linéaire est ventilé par type de haies. Les régions regroupées figurent dans le Tableau 8.

**Tableau 8 : Regroupements interrégionaux pour le calcul des ressources bocagères**

Interrégions bocagères	Régions administratives
Nord-Champagne-Picardie	Ile-de-France ; Champagne-Ardenne ; Picardie ; Nord-Pas-de-Calais
Normandie	Haute-Normandie ; Basse-Normandie
Nord-Est	Lorraine ; Alsace ; Franche-Comté
Méditerranée	Languedoc-Roussillon ; Provence-Alpes-Côte d'Azur ; Corse

### Etape 3 : Correction du linéaire des haies productives

La perméabilité des haies mesure le taux de discontinuité ou de dégradation des strates végétales. Elle est relevée par l'IFN et a été utilisée pour réduire le linéaire de haies. Pour chaque étage de la haie (de 0 à 2 m de hauteur ; de 2 à 7 m ; > 7 m) le niveau de perméabilité est noté en cinq classes. Les haies les plus perméables (en cumulant les différents étages présents) ont été considérées comme des trous dans le bocage. Ce pourcentage est déduit du linéaire de haies arborées avant ventilation dans les quatre grands types de haies. La réduction ainsi effectuée se situe entre 2 et 16 % selon les régions (Tableau 9).

**Tableau 9 : Coefficient de réfraction du linéaire de haie au titre de la continuité du linéaire**

Régions ou Interrégions bocagères	Part du linéaire déduit au titre de la continuité (%)
AQUITAINE	9%
AUVERGNE	2%
BOURGOGNE	2%
BRETAGNE	3%
CENTRE	16%
LIMOUSIN	11%
MEDITERRANEE	14%
MIDI-PYRENEES	8%
NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE	11%
NORD-EST	5%
NORMANDIE	6%
PAYS DE LA LOIRE	4%
POITOU-CHARENTES	4%
RHONE-ALPES	12%

**Etape 4 : Evaluation de la productivité des haies (bibliographie et enquête ad hoc)**

Les informations sur la productivité en biomasse du bocage sont issues d'une analyse de la bibliographie nationale complétée par l'enquête conduite auprès de 13 structures représentatives de la gestion du milieu bocager (CUMA, Chambres d'agricultures, têtes de réseaux du monde bocager ...) principalement implantées dans le Nord-Ouest, mais également en Poitou-Charentes, Nord-Pas de Calais, Midi-Pyrénées.

Avec l'émergence de la problématique énergétique, l'évaluation de la productivité des haies selon des protocoles robustes et standardisés est un élément important souligné par l'ensemble de ces organismes en lien. La principale difficulté de cette évaluation réside dans la multitude des facteurs qui conditionnent la production de biomasse, notamment le type de haie, la gestion (passée et actuelle) et les caractéristiques pédoclimatiques locales.

A ce jour, les chiffres de productivité des haies les plus consolidés et disponibles par type de haies à l'échelle régionale (Tableau 10) sont issus de mesures de chantiers de broyage effectués par le réseau régional de Bretagne<sup>2</sup>, coordonné par la Chambre régionale d'agriculture de Bretagne. Les résultats présentés dans le rapport de Bouvier (2008) ne seront définitivement validés par le réseau régional des opérateurs de Bretagne qu'au cours des prochains mois. Toutefois, ces résultats encore provisoires apparaissent suffisamment fiables. Après accord du réseau régional breton, ils ont été retenus comme valeur de référence en Bretagne.

**Tableau 10 : Productivité estimée par type de haies par le référentiel en Bretagne**

Typologie Bretagne (2008)	Productivité estimée (MAP sec/km/an)
Haies arbustives productives	8,5
Haies de taillis	20
Haies mixtes taillis-futaie	15
Haies de futaie	10

Source : Bouvier, 2008

Ces valeurs de productivité ont été considérées comme des références et elles ont été utilisées pour ajuster la productivité du bocage de toutes les autres régions. Ainsi, pour tenir compte des variations de productivité en lien avec les différences pédoclimatiques observées sur le territoire national, elles ont été pondérées par un indice issu de la comparaison de l'accroissement en surface terrière des chênes de forêt dans les catégories de diamètre entre 5 et 40 cm (essence et dimensions fréquentes dans le bocage).

<sup>2</sup> Il regroupe les chambres d'agricultures de Bretagne, le Centre Armoricaire de Recherche en Environnement, AILE, et vise à répondre aux attentes des professionnels (agriculteurs, CUMA...). Parallèlement, un réseau Bretagne-Normandie-Pays de la Loire s'est constitué pour mutualiser méthodes et expériences menées sur le bocage du grand Ouest.

Le Tableau 11 illustre l'écart entre l'accroissement moyen en surface terrière des chênes dominants par région et classe de diamètre et la valeur maximale observée dans la même classe de diamètre. Dans cet exemple, la Normandie a le plus fort accroissement en surface terrière pour la classe de diamètre 15 cm et l'accroissement moyen en Auvergne représente 59,6 % de celui de la Normandie.

**Tableau 11 : Facteur de correction de la productivité au titre des conditions pédoclimatiques**

Régions \ classes de diamètre	15 cm	20 cm	25 cm
AUVERGNE	0,596	0,658	0,685
BRETAGNE	0,782	0,765	1
NORMANDIE	1	0,902	0,901
PAYS DE LA LOIRE	0,960	1	0,935

#### Etape 5 : Evaluation des disponibilités brutes en bois des haies

Pour chaque type de haie, le croisement du linéaire avec la productivité estimée permet de déduire une disponibilité brute par région (ou interrégion) en MAP par an. Cette disponibilité est convertie en m<sup>3</sup> de bois, en utilisant le ratio de 2,7 MAP sec par m<sup>3</sup> évalué par Bouvier (2008).

#### Etape 6 : Ventilation des disponibilités par type de produits potentiels (BO, BIBE = bûche, Menu Bois)

On considère que la production de volume de bois d'œuvre des haies est minime (< 5 %). Le bois bûche est jusqu'à ce jour le principal type de produit façonné dans les haies. La filière de bois déchiqueté issue des haies se développe rapidement, au fur et à mesure de l'installation de chaudières automatiques individuelles et collectives. Cette dynamique est particulièrement forte dans le grand Ouest, mais aujourd'hui les volumes mobilisés restent encore faibles au regard du potentiel. Par exemple, 20 000 MAP de plaquettes bocagères sont produites dans l'Orne par an, soit moins de 2 % du gisement de biomasse des haies du département.

Les données de productivité issues des chantiers de broyage en Bretagne, utilisées comme référence, ne considèrent pas la production supplémentaire éventuelle de bois d'œuvre dans les haies. La disponibilité brute obtenue par notre méthode est donc la quantité effectivement disponible hors bois d'œuvre et après déduction des pertes en exploitation.

Les références bibliographiques et les enquêtes menées s'accordent sur un ratio BIBE / MB de 0,65 / 0,35.

### **2.2.3.2. Discussion autour des principales hypothèses**

Les principales hypothèses qui sous-tendent les calculs de la ressource bocagère sont les suivantes :

1. Le linéaire des haies est stable dans chaque région : les données disponibles de TERUTI (série 1993-2001) indiquent une régression faible du linéaire national de l'ordre de 0,4 % par an (inférieur à la marge d'erreur). Faisant suite aux engagements du Grenelle, les politiques volontaristes (trame verte et bleue, Objectif Terres 2020<sup>3</sup>) en faveur du maintien de la trame bocage se développent et devraient garantir la préservation des haies sur le long terme.
2. La proportion de chaque type de haie est stable dans chaque région : on considère que les haies conservent leur structure actuelle, c'est-à-dire que les gestionnaires ne font pas évoluer les haies vers des types à plus forte productivité de biomasse.
3. Adoption de pratiques d'entretien adaptées, c'est-à-dire qui favorisent une productivité optimale de biomasse pour chaque type de haie, notamment au travers de la diminution des tailles latérales annuelles qui limitent la formation de bois utilisable, et des recépages plus réguliers.
4. Les données collectées sur les chantiers de broyage sont représentatives de la biomasse que peut produire une haie moyenne.
5. Les haies et les alignements ne présentent pas de difficultés majeures pour l'exploitation de leur bois (en termes de pente ou d'accessibilité).
6. Les sols ne sont pas (ou peu) chimiquement sensibles aux exportations minérales.

<sup>3</sup> Le plan «Objectif Terres 2020» du MAP pour « une agriculture qui préserve les ressources naturelles » prévoit des mesures en faveur des arbres champêtres : « Promouvoir les éléments fixes du paysage : haies, arbres... » (mesure 14) et « Favoriser l'implantation des haies » (mesure 20). La mise en place par le MEEDDAT des Trames Verte et Bleue concoure aussi à la préservation des haies.

Les hypothèses 5 et 6 sont peu risquées. Pour l'hypothèse 5, les haies bordant majoritairement des prairies destinées aux animaux ou des labours, elles sont relativement accessibles. Pour l'hypothèse 6, les sols des haies jouxtent des sols agricoles qui font l'objet d'applications périodiques d'intrants (fertilisants minéraux et organiques, amendements).

En revanche les hypothèses 1, 2, 3 et 4 sont assez risquées. En effet, la nouvelle méthode de l'IFN n'ayant pas encore pu être exploitée pleinement, il reste une incertitude sur l'évolution actuelle et à venir du linéaire. L'hypothèse 3 repose sur un engagement politique volontariste qu'il est difficile de prévoir.

La teneur de ces hypothèses reflète le fait que cette étude constitue une première au niveau national et qu'elle demandera à être affinée, tant sur l'évaluation du linéaire en production que sur la productivité.

### 2.2.3.3. Principaux résultats en disponibilité brute bocagère

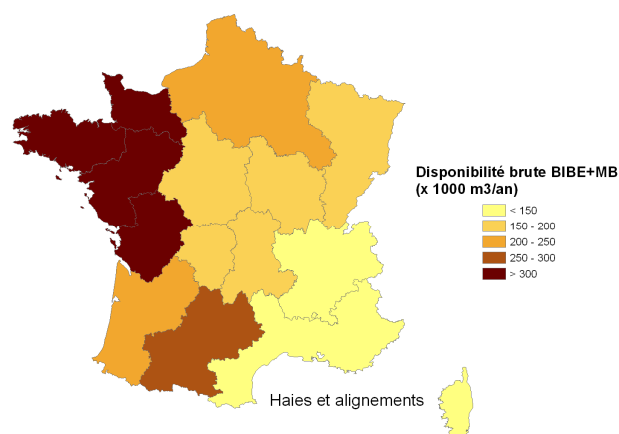
La ressource bocagère est concentrée à 41% dans les trois régions du Nord-Ouest (Bretagne, Pays de la Loire et Basse-Normandie). Elle est également présente dans une zone allant des Deux-Sèvres à la Bourgogne, et en Midi-Pyrénées, mais de manière plus diffuse (cf. linéaire de haies en Annexe 4).

La disponibilité brute en bois de haies est estimée **3,62 millions de m<sup>3</sup>/an** (soit 800 ktep/an) sur la période 2006-2020, dont 2,35 millions de m<sup>3</sup>/an (518 ktep/an) sous la forme de bûches (Tableau 12). En lien direct avec la localisation de la ressource, la disponibilité brute se rencontre majoritairement dans le grand Nord-Ouest et en Midi-Pyrénées (Figure 13).

Tableau 12 : Disponibilités brutes annuelles en haies

Régions ou interrégions bocagères	BIBE		Menu Bois		TOTAL	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an
AQUITAINE	143	31	77	17	220	48
AUVERGNE	102	22	55	12	157	35
BASSE-NORMANDIE	281	62	151	33	432	95
BOURGOGNE	109	24	59	13	168	37
BRETAGNE	313	69	169	37	482	106
CENTRE	126	28	67	15	193	42
LIMOUSIN	121	27	65	14	186	41
MEDITERRANEE	79	17	43	9	122	27
MIDI-PYRENEES	174	38	94	21	268	59
NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE HAUTE-NORM.	158	35	85	19	243	53
NORD-EST	101	22	55	12	156	34
PAYS DE LA LOIRE	352	77	189	42	541	119
POITOU-CHARENTES	206	45	111	24	317	70
RHONE-ALPES	88	19	47	10	135	30
<b>FRANCE</b>	<b>2 352</b>	<b>518</b>	<b>1 267</b>	<b>279</b>	<b>3 619</b>	<b>796</b>

Figure 13 : Régionalisation des disponibilités bocagères brutes en BIBE et MB (x 1000 m<sup>3</sup>/an)



### 2.2.3.4. Discussion sur les résultats

#### a) Production de biomasse

La productivité des haies est estimée à partir des mesures de production de bois décheté sur des haies de référence. Or, les opérateurs locaux chargés de l'élaboration de ces référentiels rappellent que ces haies sont entretenues selon des modalités de gestion optimales en termes de productivité et de mobilisation du bois, et qu'elles ne sont donc pas nécessairement toutes représentatives de la productivité actuelle du bocage.

En effet, la productivité de biomasse de la majeure partie du bocage est fortement minorée sous l'effet d'interventions sylvicoles trop espacées (tous les 25 à 30 ans, au lieu de 12-20 ans traditionnellement), voire abandonnées, et des recépages insuffisants remplacés par des tailles latérales fréquentes destinées à contrôler l'emprise des haies. Les opérateurs consultés estiment que la productivité des haies ainsi gérées devient très faible, voire presque nulle.

Il en résulte que la disponibilité brute estimée (3,62 millions de m<sup>3</sup> par an) est indiscutablement supérieure à la production actuelle de biomasse bocagère. Cette disponibilité brute doit être considérée comme un potentiel de production à moyen terme (15-20 ans), soit après un cycle d'entretien.

#### b) Mobilisation de la biomasse

La ressource en bois du bocage est dispersée par rapport à la forêt, mais proche des consommateurs en zone rurale.

Toutefois, les haies bocagères ont enregistré une forte capitalisation due à une sous-exploitation (diminution de la main d'œuvre agricole, baisse du prix du bois énergie) au cours des 40 dernières années. Localement, le développement du fermage ajoute des contraintes juridiques : le preneur ne peut couper les arbres de haut jet sans l'accord du bailleur.

L'évolution de la main d'œuvre agricole (disponibilité en temps de travail limitée et réduction tendancielle du nombre d'agriculteurs) laisse entrevoir une diversification des acteurs sur ce secteur de production.

Le développement des plaquettes bocagères est en cours, et des filières se mettent en place localement. Cette filière permet de mobiliser le menu bois (35% du volume disponible) qui est généralement brûlé sur place dans la filière bois bûche.

Le développement d'une filière bois énergie d'origine bocagère structurée peut éviter la capitalisation excessive du bois dans les haies. Ce vieillissement des haies entraîne souvent leur déstructuration (strate arbustive atrophiée), une mortalité accrue, ainsi que la perte de valeur écologique (disparition d'une partie de la flore herbacée, et de la faune associée) et de productivité en biomasse.

Compte tenu de l'importance environnementale des haies, en matière de biodiversité, de paysage, d'identité culturelle, il convient toutefois de prévenir les risques de surexploitation des haies dans les prochaines années. Il est intéressant de constater que, dans le cadre de la mise en place de filière locale de (re)valorisation de la ressource bocagère, les opérateurs du bois énergie mettent en œuvre des outils de planification (plan de gestion du bocage à l'échelle de la ferme et du territoire) destinés à éviter toutes dérives excessives. Ces démarches de territoire s'accompagnent d'un encadrement technique des agriculteurs (conseils, formations).

La valorisation économique est un facteur essentiel de la préservation des haies. Elle requiert des dynamiques de territoire structurées avec les agriculteurs et les acteurs locaux (élus, population, etc.).



## 2.2.4. Traitement de la tempête Klaus du 24 janvier 2009

### 2.2.4.1. Forêts

Le 24 janvier 2009, la tempête Klaus dévastait les forêts d'un grand quart Sud-Ouest de la France.

Courant février 2009, les équipes IFN sont retournées sur 3000 points qui avaient fait l'objet d'un passage en inventaire entre novembre 2004 et octobre 2008. Une évaluation détaillée des dégâts est ainsi disponible.

Près de 690 000 ha de forêts ont été impactés par la tempête, parmi lesquels 234 000 ha présentent des dégâts supérieurs à 40 % pour un volume total abattu de 42,5 millions de m<sup>3</sup>. La très grande majorité des dégâts concerne le massif des Landes de Gascogne où 31 % du stock initial de pin maritime a été mis à terre, soit 37 millions de m<sup>3</sup> (IFN, 2009).

Dans le calendrier de l'étude, pour tenir compte à minima des conséquences de ce phénomène climatique de grande ampleur, **un état de la ressource post-tempête provisoire** a été construit en appliquant les taux de dégâts observés aux volumes précédemment inventoriés par l'IFN, soit en 2005 pour 1/3 des points. Ce résultat a été directement utilisé pour le calcul des disponibilités en bois au niveau de la région Aquitaine. A ce titre, l'approche et **les résultats relatifs aux résineux en Aquitaine restent temporaires**.

### 2.2.4.2. Peupleraies

La tempête Klaus a également frappé les peupleraies des vallées de la Garonne et de l'Adour. Près de 3 900 ha de peupleraies implantées en Aquitaine et en Midi-Pyrénées ont été affectées à des intensités diverses. Les peupleraies détruites à plus de 40 % ne représentent toutefois pas plus de 3 % de la superficie populicole régionale.

L'évaluation par l'IFN des dégâts dans les peupleraies souffre d'une moindre précision statistique que celle des forêts en raison de la surface comparativement plus faible des premières. La taille de l'échantillon IFN permet toutefois de vérifier que l'occurrence des dégâts massifs est faible.

Les volumes endommagés devront être mobilisés rapidement pour limiter la perte de valeur économique. Un pic de récolte conjoncturel est attendu dès 2009. L'évolution des récoltes après l'absorption de ces chablis exceptionnels est difficile à estimer. En effet, les peupleraies endommagées étant relativement peu fréquentes, il n'est pas possible d'analyser avec suffisamment de précision d'éventuelles modifications dans la structure par classe d'âge de la ressource. En d'autres termes les données disponibles ne permettent pas de dire si c'est le capital d'avenir (jeunes peupleraies) qui a été particulièrement touché ou si ce sont les peupleraies matures.

**Finalement, les conséquences de la tempête sur la disponibilité en bois de peupliers n'ont pas été évaluées dans cette étude.**

### 2.2.4.3. Une première évaluation qui reste à approfondir

Les résultats du rapport sur les forêts d'Aquitaine s'entendent après le passage de la tempête Klaus.

Pour autant, **l'approche retenue reste partielle et l'estimation de la disponibilité brute en BIBE résineux en Aquitaine sur la période est clairement sous-estimée**. En effet, seule est prise en compte dans le calcul des résultats la composante de réduction du capital en production suite à la tempête. La composante relative à la valorisation des bois abattus n'est pas intégrée. **Les disponibilités estimées correspondent exclusivement à des volumes de bois vert.**

Or, la tempête a généré une disponibilité conjoncturelle supplémentaire de 42,5 millions de m<sup>3</sup> (volume bois fort tige). Ce gisement conjoncturel, qui s'ajoute aux disponibilités publiées ici, est d'une nature particulière :

- Sa durée de vie est limitée : il doit être mobilisé rapidement pour une valorisation optimale de la biomasse (dégradation progressive de la qualité des bois) et pour limiter les risques dans les peuplements indemnes (incendies, pathogènes, ravageurs).
- On ne connaît pas encore la part de volume abattu qui sera effectivement mobilisée, même si celle-ci devrait être plus importante qu'en 1999 en raison du développement sur le massif landais de sites de stockage et de la volonté des acteurs locaux de valoriser au mieux leurs bois abattus.

Devant ces caractéristiques et face aux incertitudes qui n'ont pu être abordées de manière satisfaisante dans le cadre de la présente étude, faute de temps, les auteurs ont préférés ne pas formuler d'hypothèses quant à la mobilisation de ce gisement conjoncturel « Klaus ». Les disponibilités publiées excluent par conséquent les volumes de bois chablis.

Il convient également de considérer que si la ressource forestière a été mise à jour suite à la tempête Klaus, les scénarios de gestion sylvicoles définis avant la tempête n'ont pas été modifiés.

Un tel travail nécessiterait l'engagement de réflexions approfondies avec les acteurs locaux, ce qui n'était pas compatible avec le calendrier de l'étude. Cette hypothèse de persistance après la tempête Klaus des préconisations actuelles pour la gestion sylvicole durable des peuplements de pins maritimes landais est évidemment discutable. Il est en effet probable que de nouvelles préconisations se développent dans les prochains mois / années. Si les impacts d'une telle hypothèse restent limités dans les peuplements fortement endommagés (même en modifiant les traitements sylvicoles ceux-ci ne produiront pas ou peu de volumes récoltables à l'échéance 2020), ils peuvent être plus marqués dans les peuplements indemnes (vers un raccourcissement des cycles ?). L'approche retenue est donc conservatrice faute d'une vision encore suffisamment précise de l'avenir du massif landais. Des projets régionaux aborderont prochainement cette question notamment une prospective INRA confiée par la région Aquitaine et une expertise collective pilotée par ECOFOR.

Une évaluation détaillée et plus précise des disponibilités en bois en Aquitaine à la suite de Klaus, y compris la valorisation des bois chablis, requiert une étude spécifique en partenariat avec les acteurs locaux. Elle permettrait de prendre en compte les orientations jugées localement les plus probables en termes de mobilisation des bois chablis, de reconstitution des peuplements ravagés et de conduite des peuplements indemnes. Elle apporterait également des éclaircissements nécessaires sur la mobilisation effective de bois vert suite à la tempête. **Les résultats présentés dans ce rapport et relatifs aux résineux en Aquitaine doivent par conséquent être considérés comme provisoires.**

#### Remarque :

Dans l'étude MAP 2009, le Cemagref a également évalué la disponibilité forestière brute dans la région Aquitaine et au niveau national, à partir des données IFN avant tempête. On peut ainsi approcher l'impact de la tempête sur la disponibilité brute en bois vert.

*Tableau 13 : Disponibilité forestière brute en bois vert avant et après la tempête Klaus*

	Sans Klaus (disponibilité brute de BIBE en millions de m <sup>3</sup> /an)		Avec Klaus (disponibilité brute de BIBE en millions de m <sup>3</sup> /an)	
	Aquitaine	France	Aquitaine	France
Résineux	3,1	18,0	2,3	17,2
Feuillus	4,6	51,0	4,4	50,8
<b>Total</b>	<b>7,7</b>	<b>69,0</b>	<b>6,7</b>	<b>68,1</b>

## 2.3. Disponibilités supplémentaires économiquement mobilisables

Le gisement estimé pour les différentes sources de bois (forêts, peupleraies, haies, souches, vergers et vignes, arbres urbains) est un gisement théorique maximum : l'ensemble de ce gisement n'est accessible que dans certaines conditions techniques et économiques. Il s'agit donc de compléter la méthode de calcul de la disponibilité brute par des éléments technico-économiques au niveau d'un territoire.

La méthode utilisée dans les études précédentes (fixation à dire d'expert d'un taux de récolte selon la difficulté d'exploitation, le type de peuplement et la demande) est affinée en appuyant le prélèvement sur des éléments objectifs (coût de l'exploitation selon l'accessibilité, prix du bois sur pied et bord de route). Le résultat de ce calcul est une estimation de la ressource techniquement et économiquement mobilisable au niveau régional, en complément de l'estimation de la ressource physique (disponibilité brute).

### 2.3.1. Éléments de méthode

#### 2.3.1.1. De la disponibilité brute à la disponibilité nette et supplémentaire

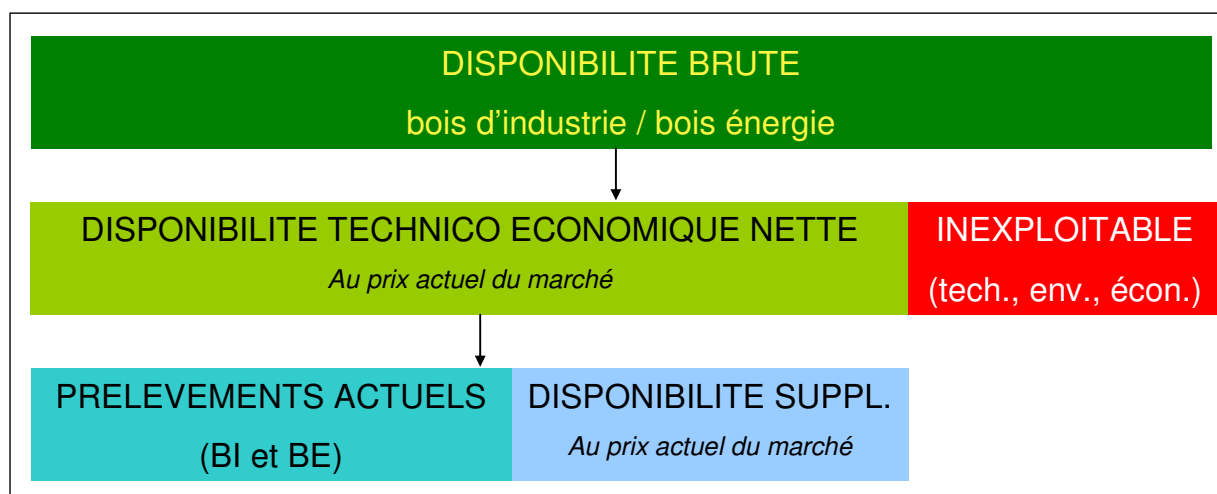
##### a) Quelques définitions (Figure 14)

La **disponibilité brute** est la récolte potentielle totale permise par la structure des peuplements arborés et les règles de sylviculture / gestion.

La **disponibilité technico-économique nette** correspond à ce qui est effectivement récoltable en tenant compte des contraintes techniques, environnementales et économiques à laquelle est soumise la récolte de bois.

La **disponibilité nette supplémentaire** est la récolte potentielle réalisable en plus de la récolte actuelle.

Figure 14 : Relations entre disponibilités brutes, nettes et supplémentaires



##### b) Les contraintes qui pèsent sur la récolte

Tout le bois disponible d'un point de vue sylvicole dans le cadre d'une gestion durable ne peut être récolté du fait des contraintes qui pèsent sur sa mobilisation. Les contraintes suivantes ont été prises en compte :

- Contraintes techniques :
  - **Les pertes d'exploitation** : L'exploitation génère des pertes de matière inévitables (hauteur de souche, traits de scie, chutes, écorçage, bois de rebut). Selon les modes d'exploitation ces pertes peuvent être limitées mais elles ne seront jamais totalement supprimées. Leur importance est malheureusement mal connue. On admet généralement qu'elles sont égales à 10 % du volume exploité. Pour les Menus Bois, elles sont beaucoup plus importantes : 50 % s'ils sont récoltés seuls, 20 % s'ils sont récoltés avec les petits bois.
- Contraintes économiques :
  - **Le coût d'exploitation** : Le coût de l'exploitation est lié aux caractéristiques des parcelles (principalement la pente et la distance de débardage) et de la coupe (type de coupe, volume unitaire, essence, mode d'exploitation, produits façonnés, etc.). Si le coût est trop élevé, l'exploitation ne sera pas rentable économiquement,

- **Le contexte économique** : Lorsque la demande en bois est forte, le prix du marché du bois est élevé et peut permettre de récolter du bois sur des parcelles plus difficiles d'accès. Ceci est cependant tempéré par le fait que le prix moyen du bois sur pied augmente aussi, renchérissant le coût total d'exploitation. Inversement, lorsque les prix du marché du bois baissent, l'exploitation se concentre sur les parcelles les plus faciles à exploiter.
- Contraintes environnementales :
  - **La conservation de la fertilité des sols** : La récolte des Menus Bois est envisagée dans l'étude. On sait que dans certains cas (Cacot *et al.*, 2006), elle peut entraîner une diminution de la fertilité. Pour maintenir la fertilité des sols sensibles, la récolte des Menus Bois peut être soit déconseillée, soit limitée, soit compensée par une fertilisation compensatrice (guide ADEME de la récolte des rémanents 2006). Selon le degré de sensibilité des sols, la disponibilité en MB peut donc être soit diminuée physiquement (limitation de la récolte), soit renchérie (à cause des frais de fertilisation).

D'autres contraintes existent ; elles n'ont pu être prises en compte par manque de données :

- Contraintes environnementales :
  - Les restrictions d'exploitation sur les zones protégées. Elles ne sont pas intégrées dans la mesure où les superficies forestières concernées restent minimales et que le recensement site par site des contraintes effectives sur l'exploitation des bois se révèle être un exercice relativement complexe.
  - La sensibilité des sols au tassement induit par le passage des engins d'exploitation. Tous les éléments d'analyse n'étaient pas disponibles au moment de l'étude.
- Contraintes socio-économiques
  - L'organisation foncière de la propriété forestière privée et la disposition des propriétaires privés à offrir du bois sur le marché. La motivation des propriétaires privés pour mettre en vente des coupes de bois dans leurs forêts n'est pas uniquement d'ordre sylvicole ou économique (marché). D'autres ressorts encore mal connus et en tout cas non modélisés à l'échelle nationale agissent sur la mise en vente des bois par leurs propriétaires.

Parmi l'ensemble des contraintes prises en compte, la contrainte économique est prépondérante. C'est elle qui fait qu'une parcelle est exploitable ou non. Les contraintes socio-économiques qui n'ont pas été prises en compte dans cette étude constituent parfois une contrainte majeure pour la mobilisation de la disponibilité brute. Leur incidence sur la quantité de disponibilités nettes est discutée.

### 2.3.1.2. Principe de la méthode

La prise en compte des contraintes techniques et environnementales conduit d'abord à calculer une **disponibilité technique nette**.

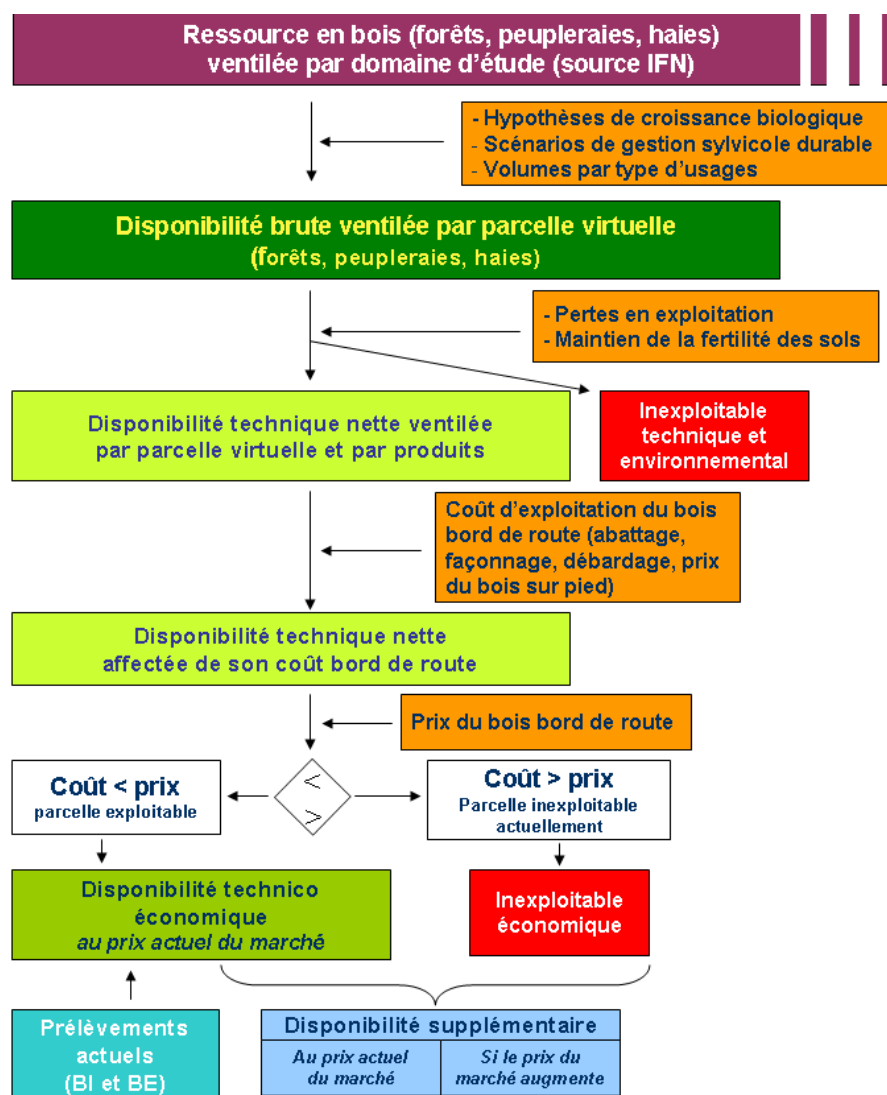
Ensuite, la prise en compte des contraintes économiques permet d'estimer une **disponibilité nette technico-économique**. Il s'agit ici de déterminer quelle est la part de la disponibilité dont le coût de mobilisation est inférieur au prix actuel du marché (i.e. l'exploitation est rentable).

Le calcul des disponibilités en bois s'opère en plusieurs étapes. Elles sont schématisées dans la Figure 15 :

- Ventilation de la disponibilité brute par « **parcelles (ou entités) virtuelles** » de **caractéristiques similaires**. Ces parcelles virtuelles sont constituées de peuplements ligneux de caractéristiques homogènes (essences, type de coupe, volume unitaire, pente, distance de débardage, classe de sensibilité chimique des sols, type de produits récoltés),
- Réfaction des volumes perdus en exploitation et des disponibilités en menus bois sur sols sensibles (évaluation de la **disponibilité nette technique**),
- Calcul du coût de mobilisation du bois de la parcelle virtuelle : le coût du bois est formé par l'addition du prix du bois sur pied et de son coût d'exploitation,
- Calcul du prix des produits extraits de la parcelle (prix d'achat bord de route),

- Comparaison du coût de mobilisation au prix des produits bord de route. Si le coût de mobilisation est inférieur au prix des produits bord de route, la parcelle est considérée comme exploitable et la disponibilité correspondante est incluse dans la **disponibilité nette technico-économique**,
- En déduisant la récolte actuelle (qu'on suppose réalisée dans des conditions économiques viables) de la disponibilité nette technico-économique, on obtient la **disponibilité nette supplémentaire dans les conditions économiques actuelles**,
- Enfin, si on fait varier le prix d'achat bord de route du bois énergie, l'exploitation de certaines parcelles devient possible et la disponibilité nette augmente. On peut donc déterminer **une disponibilité nette supplémentaire dans des conditions économiques plus favorables**.

Figure 15 : Démarche pour l'évaluation des disponibilités économiquement exploitables



Le calcul des coûts soulève différentes questions et nécessite de faire plusieurs choix :

Le prix du bois sur pied est fonction du marché. Selon la demande, le prix peut varier dans des proportions importantes. Néanmoins, on observe que le marché régule l'offre en fonction de la demande et des prix des acheteurs. En pratique, les propriétaires agissent comme s'il y avait un **prix minimal** au-dessous duquel ils refusent de vendre. Ce prix est assimilable au prix de retrait fixé par les vendeurs dans les ventes publiques. Si le marché s'améliore, le prix du bois sur pied augmente dans des proportions similaires.

Le prix du marché du bois rond bord de route soulève une question fondamentale. Du point de vue de l'industriel, le prix du bois rendu sur le site d'utilisation est la seule référence, car c'est lui qui conditionne le prix de revient de sa production. Ainsi, il pourra acheter plus cher du bois bord de route à proximité de son site et beaucoup moins cher du bois qui se trouve à une distance plus éloignée à cause du coût de transport. De ce point de vue la notion de parcelle exploitable n'est donc pas la même selon la distance au site industriel et dans le cadre de la mise au point d'un plan d'approvisionnement pour un site industriel, il conviendrait d'ajouter la distance de transport dans les calculs.

Cependant dans cette étude, la prise en compte de la distance de transport se heurte à plusieurs difficultés :

- Les sites industriels et les chaufferies sont définis par leur capacité de transformation propre et leur localisation géographique. Chaque unité de transformation a donc des coûts de transport moyens différents. Or l'étude ne vise aucun site industriel en particulier. Une distance de transport absolue ou moyenne ne peut donc être définie raisonnablement,
- La maille régionale de présentation des résultats est le plus souvent supérieure à la taille des bassins d'approvisionnement des chaufferies et/ou unités de cogénération projetées jusqu'à présent,
- Il n'existe pas de statistiques sur les prix du marché du bois rendu sur site. En revanche, des statistiques sur la valeur du bois bord de route existent même si leur fiabilité peut être discutée.

Ainsi, dans le contexte de l'étude, on peut faire l'hypothèse que les industries sont réparties sur l'ensemble du territoire et, en conséquence, que le prix du bois bord de route atteint un équilibre qu'on assimilera au prix du marché des bois bord de route relevé par l'enquête sur la valeur finale des produits de l'exploitation forestière. Il a donc été décidé de prendre comme référence les valeurs fournies par cette enquête.

## 2.3.2. Principales hypothèses

### 2.3.2.1. Matrice des coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation se décomposent en plusieurs postes :

- Coûts techniques : Les coûts techniques sont constitués des frais engendrés par la récolte elle-même (abattage, façonnage, débardage, broyage en plaquettes). Ces coûts varient avec les caractéristiques de la coupe (volume unitaire, volume récolté à l'hectare, type de coupe, essence) et la difficulté d'exploitation (pente et distance de débardage). Concernant la difficulté d'exploitation les critères de pente et de distance de débardage sont agrégés pour former quatre classes d'exploitabilité (facile, moyenne, difficile et très difficile) présentée en Annexe 26. Les coûts sont définis pour chaque type de coupe, groupe d'essences et classe d'exploitabilité.
- Charges de l'exploitant : On considère généralement qu'elles s'élèvent à 5 € la tonne. En pratique, la comparaison des tarifs de prestation d'abattage façonnage ou de débardage indiquerait un niveau beaucoup plus faible estimé à 1 € par m<sup>3</sup>.

Pour déterminer les coûts techniques, différents schémas d'exploitation ont été définis en fonction des types de peuplements, des coupes, de la taille des arbres et des caractéristiques du terrain. L'exploitation est décomposée en plusieurs phases : abattage, façonnage, débardage et broyage. Les multiples observations de chantier réalisées par le FCBA depuis plusieurs dizaines d'années dans des conditions très différentes ont permis d'accumuler une expertise qui a été utilisée pour définir des coûts pour ces différents systèmes d'exploitation en fonction de la difficulté d'exploitation.

Les coûts d'exploitation par schéma varient en fonction de la difficulté d'exploitation, c'est-à-dire des caractéristiques de la coupe et du peuplement d'une part, et des caractéristiques physiques de la parcelle (pente et la distance de débardage), d'autre part. Elles ont été confrontées au coût des prestations de façonnage et de débardage de quelques entreprises pour en vérifier la cohérence.

Les données de disponibilité brute calculées et transmises par le Cemagref étaient ventilées par classes synthétiques de difficulté d'exploitation définies par l'IFN. Ces classes synthétiques sont établies à partir des critères de pente, de distance de débardage, de la nécessité ou non de travaux d'infrastructure, ou de portance du sol. Cette classification ne correspond pas aux classes discriminantes pour l'exploitation forestière. Il a donc fallu établir une matrice de passage pour transformer les coûts techniques établis sur les classes de pente et de distances de débardage en coûts techniques par classes d'exploitation synthétiques.

Parallèlement, on a défini trois modes de valorisation du bois :

1. BIBE façonné en bûches ou billons et pas d'exploitation des menus bois ;
2. BIBE et menus bois transformés en plaquettes ;
3. BIBE façonné en bûches ou billons et menus bois transformés en plaquettes.

Ce dernier mode de valorisation n'est en fait pas pratiqué à cause du coût élevé de la récolte des MB. Ce coût élevé provient principalement de la faible densité de matière à récolter dans la plupart des coupes (inférieure à 10 m<sup>3</sup>/ha dans 80 % des coupes et inférieure à 30 m<sup>3</sup>/ha dans 97 % des coupes). Or, on sait que lorsque l'intensité du prélèvement diminue, les frais d'exploitation et la part des frais d'acheminement des engins sur la coupe augmentent fortement.

Malgré l'absence de références de chantier pour ce mode d'exploitation, des hypothèses ont été faites pour tenter de définir un coût d'exploitation pour ce mode de valorisation. Le surcoût occasionné par la faiblesse du prélèvement n'a pu être évalué objectivement.

Avec ces hypothèses, les premiers calculs ont montré que dans 99 % des cas, si on peut réaliser le mode d'exploitation 3 (récolte des MB seuls après récolte du BO et du BIBE), on peut également réaliser le mode d'exploitation 2 (récolte des MB avec le BIBE). Cela signifie qu'en ne conservant que les deux premiers modes d'exploitation, on inclut dans le gisement économiquement mobilisable, 99 % des MB.

Compte tenu de l'absence de pratique de ce mode de valorisation d'une part et de la fragilité des hypothèses qui permettaient de calculer un coût d'exploitation pour les MB seuls, il a été décidé de ne pas considérer ce troisième mode d'exploitation.

Le Tableau 14 donne le coût de l'exploitation forestière selon les schémas d'exploitation, les types de peuplement, le type de coupe, l'exploitabilité et la catégorie de produit.

**Tableau 14 : Coûts de l'exploitation forestière selon les schémas d'exploitation, la difficulté et la catégorie de produit (en €/m<sup>3</sup> en plein)**

Schémas de récolte	Type de peuplement	Type de coupe	Difficulté d'exploitation	Mode 1 BIBE en bois rond (€/ m <sup>3</sup> )	Mode 2 BIBE et MB en plaquettes (€/ m <sup>3</sup> )
-Abattage façonnage manuel	Taillis simple	Coupe rase	Facile	22	26
-Débardage BIBE porteur	Mélange futaie taillis	Coupe de taillis	Moyen	23,5	28
-Débardage houppiers entiers porteur	Futaies feuillues	Jeunes éclaircies	Difficile	32	28
-Abattage façonnage manuel	Mélange futaie taillis Futaies feuillues	Coupe de futaie	Facile	24	28
-Débardage BIBE porteur		Eclaircies	Moyen	25	29
-Débardage grumes skidder		Coupes finales	Difficile	38	35
-Débardage houppiers entiers porteur					
-Abattage façonnage mécanisé	Futaies résineuses	Jeunes éclaircies	Facile	20	26
-Débardage BIBE porteur			Moyen	21	28
-Débardage houppiers entiers porteur			Difficile	32	30
-Abattage façonnage mécanisé	Futaies résineuses	Eclaircies Coupes finales	Facile	16,5	26
-Débardage BIBE porteur			Moyen	18,5	29
-Débardage grumes skidder			Difficile	28	36
-Débardage houppiers entiers porteur					
-Abattage manuel	Tous types	Toutes coupes	Difficile	32	39
-Débardage arbre entier au skidder					
-Façonnage bord de route					
-Abattage manuel	Tous types	Toutes coupes	Difficile / Très difficile	45	51
-Débardage arbre entier au câble					
-Façonnage bord de route					
Futaies de pin maritime		Coupes rases	Facile	8	16
			Moyen	8,5	18,5
		éclaircies	Facile	10,5	18
			Moyen	11,5	21
Futaie de peuplier		Coupe rase	Facile	17	19

Source FCBA.



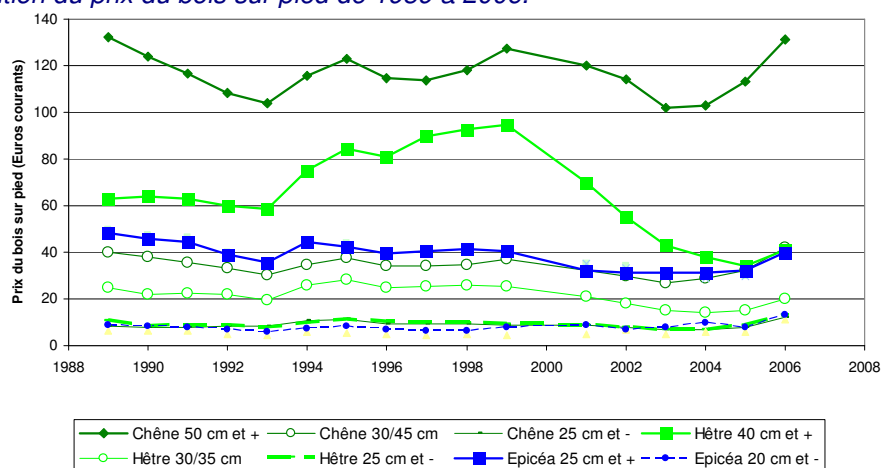
### 2.3.2.2. Prix des produits bois

#### a) Le prix du bois sur pied

Il a été dit que le prix du bois sur pied était susceptible de varier fortement suivant les conditions du marché. On fait l'hypothèse que le propriétaire ou le gestionnaire ne vendra pas ses bois au dessous d'un prix minimal. Ce prix minimal peut être assimilé au prix de retrait défini dans les ventes aux enchères publiques. Il varie selon les conditions économiques et les tendances du marché du moment.

Pour fixer ce prix minimal, l'idéal aurait été de connaître les prix de retrait fixés par les gestionnaires dans les ventes publiques. Ceux-ci ne sont hélas pas connus. On a utilisé la série des prix de vente du bois sur pied publiée par l'ONF dont la Figure 16 montre les variations pour le chêne, le hêtre et l'épicéa depuis 1989. Pour chaque catégorie (essence et diamètre), le prix le plus bas enregistré sur cette période a été retenu en considérant que c'était le prix le plus proche du prix minimal acceptable par le propriétaire.

Figure 16 : Evolution du prix du bois sur pied de 1989 à 2006.



Les prix du marché ont globalement atteint leur minimum en 1993 et en 2003 et 2004, en valeur courante. La valeur finalement retenue est donc proche des prix du bois sur pied observés ces années là.

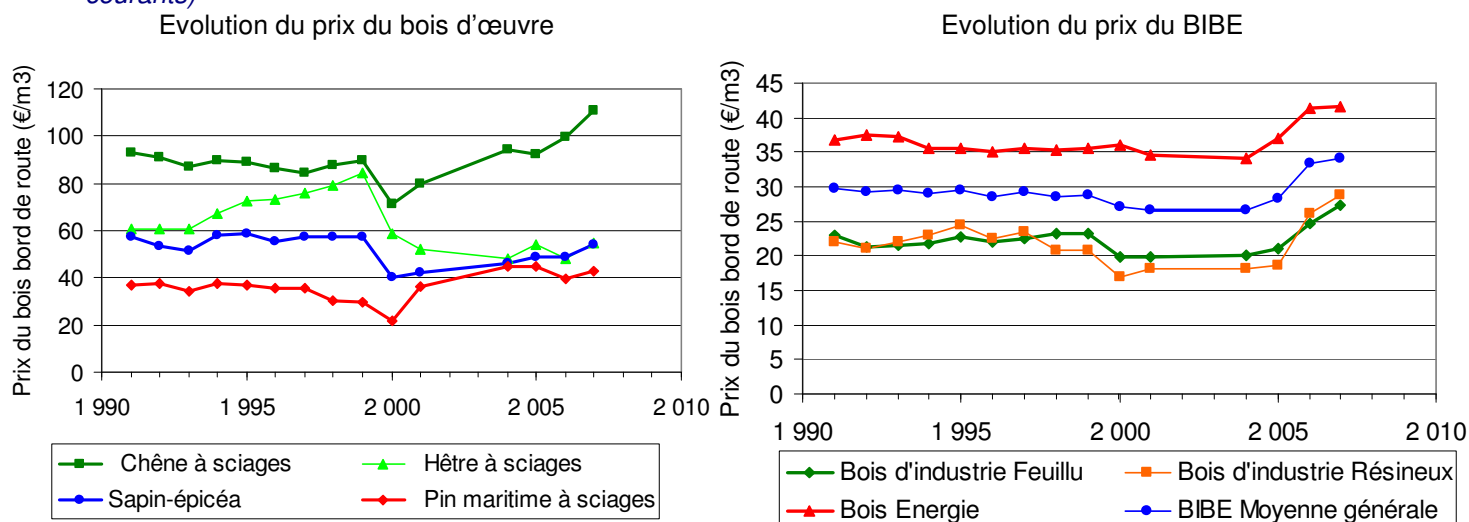
On a également calculé le prix maximal et le prix moyen atteints par le bois sur pied au cours de la période pour réaliser des tests de sensibilité de la disponibilité nette à ce prix.

La liste des prix des bois sur pied par essence est donnée dans l'Annexe 12.

#### b) Le prix des produits de l'exploitation forestière bord de route

La valeur finale des produits de l'exploitation forestière (enquête du Ministère de l'Agriculture) est prise comme référence. La Figure 17 montre l'évolution de cette valeur de 1991 à 2007 pour le BO de quelques essences et le BIBE. La valeur maximale atteinte sur la période peut être considérée comme la meilleure rémunération que le marché a pu donner aux produits forestiers. C'est donc dans ces conditions économiques qu'on a pu capter le gisement le plus important de chaque catégorie de bois. On a donc retenu la valeur maximale de la valeur finale atteinte sur la période comme valeur de référence pour le prix du bois bord de route. Il n'a pas été fait de distinction régionale sur les niveaux de prix, faute d'éléments disponibles.

**Figure 17 : Evolution de la valeur finale des produits de l'exploitation forestière de 1991 à 2007 (€/m<sup>3</sup> courants)**



Le détail des prix par essence et qualité retenu pour l'étude est donné en Annexe 13.

Concernant le BIBE, le prix fixé résulte d'une moyenne pondérée par les volumes entre le bois d'industrie feuillu et résineux et le bois énergie (très majoritairement feuillu).

Converti en MWh, le prix du bois énergie actuel conduit à une valeur de 15 €/MWh bord de route, ce qui est cohérent avec les valeurs entrée chaufferie observées actuellement qui vont de 18 à 22 €/MWh, incluant un coût de transport de 3 à 4 €/m<sup>3</sup>.

Compte tenu du fait que les prix du bois d'industrie sont relativement plus faibles que ceux du bois énergie, le prix moyen du BIBE de 34 €/m<sup>3</sup> retenu pour l'étude est inférieur de 7 € environ au prix moyen actuel du bois énergie.

Dans l'analyse des résultats, il conviendra donc de bien considérer que le volume de BIBE mobilisable au prix moyen du marché du BIBE actuel est inférieur au volume mobilisable au prix actuel du marché du bois énergie.

### 2.3.2.3. Coût d'une fertilisation compensatrice dans le cas d'une récolte des menus bois sur sols sensibles

Sur les sols sensibles, la récolte des menus bois peut entraîner un appauvrissement des sols et une perte de productivité à moyen et long terme. Une telle pratique serait incompatible avec une gestion durable des peuplements. On peut envisager de pallier à l'appauvrissement des sols par l'apport d'une fertilisation compensatrice.

Mais excepté dans les Landes de Gascogne où une fertilisation à la plantation est fréquemment pratiquée, la fertilisation en forêt est exceptionnelle. Actuellement, peu de propriétaires sont disposés à la pratiquer. L'ONF en particulier a décidé de ne jamais réaliser de fertilisation en forêt et, en conséquence, de limiter ou interdire le prélèvement des menus bois en forêt publique.

Pour se conformer à la pratique générale actuelle, le scénario de base adopté pour le calcul de la disponibilité nette en menus bois respecte les recommandations du guide ADEME pour la récolte des rémanents en forêt excepté lorsque le prélèvement des rémanents (MB) est conditionné par l'apport d'une fertilisation compensatrice. Dans ce cas la récolte des MB sur sols sensibles n'est pas réalisée.

Cependant, pour évaluer la disponibilité mobilisable si on apportait une fertilisation pour compenser le prélèvement des MB, une analyse a été réalisée en appliquant intégralement les conseils du guide de l'ADEME et en ajoutant le coût de la fertilisation (quand elle est nécessaire) au coût de la récolte.

La réalisation de cette analyse n'est pas sans difficulté ; en effet, comme la fertilisation n'est couramment pratiquée que dans les Landes, les coûts sont mal connus, en particulier dans les peuplements issus de régénération naturelle, lorsque la pente et la distance à la route deviennent importantes.

Les coûts associés à la fertilisation (tableaux 15 et 16) reposent donc sur des informations très partielles.

**Tableau 15 : Coût des fertilisants (€/t) et quantité nécessaire selon la sensibilité des sols (t/ha)**

Méthodes	Prix (€/tonne)	Sols moyennement sensibles	Sols sensibles
Amendement calco-magnésien	15	4 t / ha	6 t /ha
Fertilisation des taillis	270	70 U / ha	110 U /ha
Fertilisation d'autres peuplements	270	50 U /ha	70 U / ha

Sources : FCBA et Teyssier 2007

**Tableau 16 : Coût de l'épandage de la fertilisation selon le type de peuplement, le type de coupe et la difficulté d'exploitation (en € par tonne épandue)**

Méthodes	Prix (€/tonne)	Type de peuplement	Difficulté d'exploitation
Mécanique terrestre	50	Eclaircie résineuse / Coupes rases	Facile
Manuel	140	Eclaircie en peuplements feuillus	Moyenne
Mécanique hélicoptère	110	Tous peuplements	Difficile et très difficile

Source : FCBA

### 2.3.2.4. Calcul du gisement disponible

#### a) Disponibilité technico-économique nette au prix actuel du marché

Pour estimer le gisement disponible, on a retenu dans le gisement total les parcelles virtuelles dont le bilan économique pour au moins un mode de valorisation défini au § 2321, était positif. On a également intégré la valorisation du bois d'œuvre dans le bilan même si celui-ci ne fait pas partie du champ de l'étude. On considère comme disponible soit le BIBE seulement (i.e. seul le 1<sup>er</sup> mode d'exploitation a un bilan positif) soit le BIBE et les MB (i.e. le 2<sup>ème</sup> mode de valorisation a un bilan positif).

Si le prix du bois sur pied a été appliqué au volume total, les coûts d'exploitation et le prix du bois bord de route ont été appliqués au volume des arbres coupés après déduction d'un coefficient de perte d'exploitation (sauf dans les haies, voir plus loin). Les coefficients utilisés sont les suivants :

- BO et BIBE : 10 %,
- MB : 20% (en tenant compte du fait qu'ils sont récoltés en association avec le BIBE).

Différentes combinaisons de prix et de coûts ont été testées :

- **Scénario de base**
  - Prix du bois sur pied : prix minimum observé sur la période de référence,
  - Prix bord de route : prix maximum observé sur la période de référence,
  - Pas de fertilisation compensatrice.

Ce scénario définit au plus près la disponibilité dans le contexte technique et économique actuel.

- **Analyse de sensibilité de la disponibilité au prix du bois bord de route**

Comme on l'a vu au §2322 b, les prix de tous les produits bord de route peuvent varier. Ces variations peuvent être synchrones pour plusieurs produits ou indépendantes. Par exemple, le prix du bois d'industrie a pu varier de façon importante dans les années 90 alors que le prix du bois énergie était beaucoup plus stable. En 2005 et 2006, à cause de la forte augmentation sur les prix pétroliers, il y a eu une forte augmentation du prix du bois énergie qui a entraîné une augmentation équivalente des prix du bois d'industrie. Dans le même temps le prix du bois d'œuvre évoluait de façon apparemment indépendante, à la hausse ou à la baisse selon les essences.

A partir du scénario de base (et donc des prix maximum du bois bord de route observés sur la période), on a fait varier le prix du BIBE par paliers de 5 euros par m<sup>3</sup>. Les conséquences sur la disponibilité en BIBE et MB ont été analysées.

- **Analyse de sensibilité à une fertilisation compensatrice**

Mêmes hypothèses de prix que le scénario de base, on ajoute simplement au coût d'exploitation des MB le coût d'une fertilisation compensatrice sur sols sensibles. La variation de la disponibilité en MB est analysée.

**b) Disponibilité technico-économique nette supplémentaire au prix du marché actuel**

Le gisement supplémentaire est le solde du gisement technico-économique net après déduction de la récolte actuelle. Il s'agit donc d'estimer et de ventiler la récolte actuelle (cf. chapitre 233) selon les critères les plus proches de ceux définis pour la disponibilité nette. Les gisements supplémentaires de BIBE et de menu bois sont ainsi déterminés par région administrative, groupe d'essences et type de produits.

La disponibilité supplémentaire a été calculée :

- Au prix du marché actuel (scénario de base) : en déduisant la récolte actuelle de la disponibilité nette calculée avec le scénario de base, on obtient la disponibilité supplémentaire aux conditions économiques actuelles,
- Pour un prix croissant du BIBE (scénario de l'analyse de sensibilité à la variation du prix du bois bord de route).

**2.3.2.5. Cas de la ressource bocagère****a) Disponibilité technique nette de la ressource bocagère**Perte de bois lors de l'exploitation

Contrairement à la forêt pour lesquelles la disponibilité brute est calculée à partir du volume sur pied et de l'accroissement biologique, la disponibilité brute bocagère est estimée à partir des productivités « fin de chantier » (cf. § 2231, étapes 4 et 5). Aussi, la perte de bois lors de l'exploitation est déjà déduite de la disponibilité brute. *In fine*, la disponibilité brute bocagère est égale à la disponibilité technique nette.

Sensibilité des sols à l'exportation des menus bois

Contrairement à la forêt, l'exportation de menus bois issus de l'exploitation des haies n'est pas de nature à entraîner un appauvrissement minéral des sols pour les raisons suivantes :

- les sols agricoles sont nettement moins sensibles que les sols forestiers aux exportations minérales ;
- les parcelles sont amendées (fertilisations minérales et organiques, chaulage...) pour compenser les exportations des productions agricoles (grains, paille, foin...) ;
- les haies ne représentent qu'une part minime de la surface agricole<sup>4</sup>, et leur impact (positif ou négatif) sur l'ensemble de la parcelle est donc limité, d'autant qu'elles occupent le bord des champs ;
- enfin, si les sols agricoles sont globalement confrontés à un risque majeur d'appauvrissement organique, on constate que ceci n'affecte pas ou peu les territoires de bocage, où dominent les prairies (permanentes ou temporaires) qui constituent un facteur de préservation efficace des sols.

Ainsi, on considère que la récolte de bois des haies n'est pas de nature à compromettre la gestion durable des sols agricoles, et qu'aucun coût de fertilisation compensatrice ne sera appliqué à cette ressource.

**b) Coût d'exploitation**

Le coût d'exploitation des haies est délicat à évaluer en raison des multiples facteurs en jeu (type de haie, historique de gestion, diversité des essences, niveau de productivité, etc.). Cette situation s'explique notamment par la moindre préoccupation économique des agriculteurs (fermiers ou propriétaires) exploitant les haies (tâche réalisée « à temps perdu », autoconsommation du bois), comparativement aux acteurs de la filière bois en forêt.

Des expérimentations sont réalisées et une base de données sur le coût de production des plaquettes bocagères est en cours de constitution dans le grand Nord-Ouest, mais les données sont encore trop fragmentaires pour être utilisables. Néanmoins, grâce à quelques références, nous proposons de définir un coût d'exploitation par type de haie (Tableau 17).

Concernant le bois bûche, notre évaluation s'appuie sur les travaux technico-économiques publiés par l'IDF (1995). Comme le soulignent les auteurs, ces coûts restent indicatifs. Ils sont susceptibles de varier fortement au sein d'un même type de haie. Ces remarques nous ont été confirmées par les opérateurs du bocage enquêtés.

<sup>4</sup> Les haies couvrent environ 2,5 % de la surface agricole utile française, et moins de 10 % en zone de bocage dense.

Les coûts d'exploitation référencés concernaient principalement une exploitation en bois bûche. Une décomposition du coût d'exploitation a donc été réalisée en prenant pour base le coût total de l'exploitation des haies avec taillis simple en se référant à la décomposition du coût de l'exploitation en forêt de ces mêmes taillis simple. La décomposition des coûts pour les autres types de haies a été faite en tenant compte des caractéristiques des différents types de haies (diamètre des brins exploités, exploitation au sol ou en hauteur pour les arbres d'émonde, etc.). Le coût de production des plaquettes pour les différents types de haies a été défini en remplaçant le coût du façonnage en bûches par le coût du broyage en plaquettes.

Les coûts retenus sont cohérents avec les coûts d'exploitation en forêt, si on tient compte des caractéristiques des haies (linéarité entraînant une plus faible densité à l'ha équivalent) et des modes d'exploitation (déchiquetage en parcelle avec des broyeurs de capacité petite à moyenne).

Comme en forêt, la récolte des menus bois seuls pour la production de plaquettes bocagères n'est pas pratiquée et n'a donc pas été envisagée.

*Tableau 17 : Estimation du coût d'exploitation dans les haies (en €/m<sup>3</sup>)*

Types de haie	BIBE bois rond (€/m <sup>3</sup> )	Plaquette forestière BIBE et MB (€/m <sup>3</sup> )
Haie arbustive productive	34	34
Haie avec taillis simple	25	24
Haie avec futaie	31	28
Haie mixte	28	26

Source : Bazin, 1995 dans Bouvier, 2008

### **c) Prix des produits bois**

Considérant que (i) la production brute estimée ne tient pas compte de la production éventuelle de bois d'œuvre (cf. § 2231) et (ii) le bois exploité des haies n'est pas utilisé pour l'industrie (d'après l'enquête auprès des opérateurs du bocage), le seul produit du bocage à considérer est donc le bois énergie.

Certes, le bois d'œuvre, produit supplémentaire non estimé dans notre méthode, est susceptible d'influer sur l'exploitation du bois des haies, mais cette ressource est actuellement minime (moins de 5% du volume exploité) d'après la même enquête, et il ne peut provenir que des haies de futaie, et dans une moindre mesure des haies mixtes.

En conséquence, nous considérons seulement le prix du bois énergie « bord de route » comme facteur économique définissant le caractère exploitable ou non des haies.

Le prix minimal du bois énergie retenu est de 35 €/m<sup>3</sup>, soit le prix du BE bord de route observé en zone bocagère en 2005-06 (d'après l'enquête).

Comme pour la forêt, afin d'analyser la variation de la disponibilité technico-économique nette supplémentaire au prix du marché actuel, on augmentant le prix du bois énergie par palier de 5 € par m<sup>3</sup>.

### **d) Prix du bois sur pied**

Le prix du bois sur pied est considéré comme identique à celui de la forêt.

## **2.3.3. Estimation des prélèvements actuels de bois**

### **2.3.3.1. Introduction**

Un des objectifs consiste à évaluer les gisements de bois supplémentaires pour l'énergie. Pour ce faire les consommations actuelles de BO, de BI et de BE sont déduites du potentiel de récolte (Figure 14).

L'hypothèse de maintien des utilisations BO pour les bois de meilleure qualité (cf. chapitre 2121) est retenue. Par conséquent, la biomasse potentiellement disponible pour l'énergie correspond exclusivement aux bois de moindre qualité et/ou de plus petite dimension (i.e. gros bois de qualité médiocre, petites tiges, petites et grosses branches, menus bois). Dans ce contexte, l'évaluation du gisement supplémentaire pour l'énergie requiert une estimation de la consommation actuelle de BIBE et de MB, BIBE dont les usages sont concurrentiels entre l'industrie (pâtes, panneaux) et l'énergie (bûches, plaquettes, etc.).

### 2.3.3.2. Evaluation de la récolte actuelle de bois d'industrie (BI)

La récolte commercialisée de bois d'industrie sur écorce (trituration, piquets et poteaux, bois de mine, etc.) relative à l'année moyenne 2006 est calculée à partir des résultats 2005-2006-2007 de l'enquête EAB « exploitation forestière et scierie ». Elle est ventilée par région et groupes d'essences (feuillus, résineux).

Parce que les résultats de l'étude distinguent les gisements des trois principales ressources ligneuses (forêts, peupleraies, haies), il est nécessaire d'identifier leur contribution à la récolte totale de BI.

#### a) Récolte de BI d'origine bocagère

Sur la base de l'enquête réalisée dans le cadre de l'étude, rares sont les acteurs du bocage qui font référence à une valorisation significative du bois d'œuvre de haies. Ceci s'explique par les surcoûts induits par des chantiers de très faible volume comparativement à la forêt, et aussi par la disparition dans les régions bocagères des scieries locales (sauf en Manche). En l'absence de données quantitatives locales, on retient l'hypothèse que les bois de haies ne sont pas valorisés sous des formes industrielles (BO ou BI).

#### b) Récolte de BI d'origine populicole

Dans le poste EAB « BI feuillus tendres », la récolte commercialisée de BI de peupliers est confondue avec celle d'autres essences (tilleuls, saules, bouleaux, trembles, aulnes, etc.).

La part de peupliers dans la récolte BI feuillus tendres est évaluée de manière indirecte. Les statistiques EAB donnent sans distinction la récolte de BO de peuplier et de tremble. A partir des relevés de souches et des coupes rases, les données IFN permettent d'estimer la récolte de BO de tremble. Par différence, on estime la récolte BO de peupliers (1,26 million de m<sup>3</sup>/an) puis, en appliquant les mêmes coefficients BO / BIBE que pour les disponibilités brutes, on déduit la production théorique de BIBE de peuplier induite par la récolte de BO. Tout ce volume n'est toutefois pas commercialisé en BI, comme cela nous a été signalé en régions. On considère en moyenne au niveau national que 60 % de la production de BIBE est effectivement commercialisée en BI (soit 170 000 m<sup>3</sup>/an), le reste est andainé, brûlé sur site ou autoconsommé.

#### c) Récolte de BI d'origine forestière

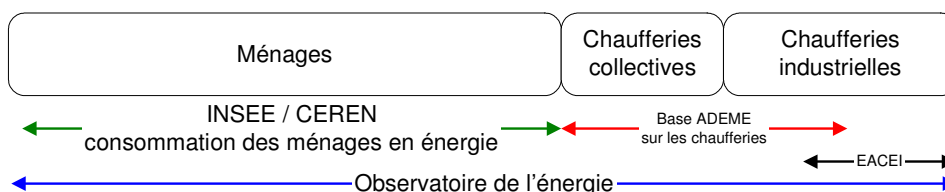
La récolte de BI forestier est directement déduite du chiffre EAB après réfaction de la récolte estimée de peupliers.

### 2.3.3.3. Comment estimer la récolte actuelle de bois énergie (BE) ?

L'approche par la production de bois énergie n'apporte que des éléments partiels notamment en raison de l'importance des flux de bois en dehors des circuits commerciaux, principalement sous la forme d'autoconsommation. On considère que l'EAB sous-estime d'un facteur 10 la récolte estimée de bois bûche.

L'approche par la consommation de bois énergie est retenue. Les statistiques disponibles sur la consommation de bois énergie sont présentées dans la Figure 18.

Figure 18 : Sources de données pour l'estimation de la consommation de bois énergie (FCBA, 2008)



L'INSEE réalise tous les 5 à 6 ans l'enquête « logement » sur les résidences principales (43 000 logements enquêtés en 2006). Elle comporte un volet sur l'énergie utilisée pour le chauffage des ménages et, le cas échéant, sur les quantités de bois consommées (en stères). Les résultats sont analysés par le CEREN.

D'autres données sur la consommation de bois énergie peuvent être disponibles au niveau régional :

- enquête BVA / SOLAGRO en 2006 pour la région Midi Pyrénées,
- étude Biomasse Normandie en 2008 pour les régions Basse Normandie et Haute Normandie.

Ces enquêtes fournissent quelques indications sur les quantités de bois de feu consommés, leur origine (forêt, bocage, rebut, vigne, etc.) et leur conditionnement (plaquette, bûche, granulé, rebut, etc.).

Les informations disponibles indiquent que les ménages consomment principalement du bois « primaire », c'est à dire du bois directement issu de l'exploitation des forêts ou des ressources hors forêt.

Quant aux chaufferies industrielles (actuellement principalement des industries de la seconde transformation du bois), on apprend qu'elles consomment essentiellement leurs coproduits (écorces, plaquettes de scierie, sciures, liqueurs noires). A ce jour, elles consomment également, avec les chaufferies collectives, la quasi-totalité des plaquettes commercialisées (230 000 m<sup>3</sup>/an en 2005-2007 d'après l'EAB).

Finalement il ressort que :

- a) La consommation de bois par les chaufferies, hors autoconsommation, est correctement couverte par les statistiques de l'EAB poste « bois de feu commercialisé plaquettes » ;
- b) La consommation de plaquettes forestières par les ménages reste encore marginale à ce jour ;
- c) La récolte de bois bûche peut être estimée par la consommation de bois de feu des ménages évaluée au travers de l'enquête logement de l'INSEE traitée par le CEREN.

#### **2.3.3.4. Evaluation de la consommation actuelle de bois énergie**

##### **a) Traitement des données EAB sur le bois de feu**

L'enquête EAB distingue quatre catégories de bois pour les usages énergétiques : « bois rond pour carbonisation », « bois de feu cédé à titre gratuit ou autoconsommé », « bois de feu commercialisé en bûche », « bois de feu commercialisé en plaquette ».

Afin d'éviter les doubles comptes avec les données du CEREN (bûches consommées par les ménages) :

- les volumes des catégories « bois de feu cédé à titre gratuit ou autoconsommé » et « bois de feu commercialisé en bûche » sont exclus de la récolte déclarée à l'EAB ;
- les volumes des catégories « bois rond pour carbonisation » et « bois de feu commercialisé en plaquette » sont traités avec la récolte commercialisée de BIBE d'origine forestière ; ces produits ne servant pas au chauffage des ménages (charbon) ou encore marginalement (plaquettes forestières).

##### **b) Données CEREN sur la consommation de bois de feu des ménages**

Les résultats régionalisés de l'enquête logement 2006 traitée par le CEREN sur la consommation totale annuelle de bois par les ménages en résidence principale sont présentés en Annexe 8. Elle est estimée au niveau national à 27,3 millions de m<sup>3</sup> à climat réel (ou 5 980 ktep).

Le CEREN estime par ailleurs la consommation en 2006 dans les résidences secondaires à 1,64 million de m<sup>3</sup> (ou 360 ktep). Ce volume est régionalisé sur la base du nombre de résidences secondaires par région (INSEE, 1999) et de la consommation moyenne régionale dans les résidences principales.

Finalement, toutes origines confondues, les ménages français ont consommé de l'ordre de **28,9 millions de m<sup>3</sup>** de bois (ou 6 340 ktep) pour leur chauffage en 2006 (climat réel).

Le mode d'obtention des résultats (issus d'une enquête déclarative auxquels sont appliqués divers facteurs de conversion) ne leur confère pas une grande précision. Toutefois, l'analyse des séries multi annuelles à l'échelle nationale révèle des tendances cohérentes ce qui donne finalement du crédit à cette seule source.

En revanche, l'analyse des résultats régionaux doit toutefois être réalisée avec précaution. En effet, les résultats du CEREN estiment la consommation de bûches par région et non la production. Les flux de bois de feu entre régions (par exemple les forêts du Morvan alimentent traditionnellement en bûches la région parisienne) ou même internationaux (Belgique, Italie, etc.) sont courants mais mal cernés.

Faute d'éléments complémentaires nous considérons par défaut que les bois consommés dans la région X proviennent des ressources ligneuses de la même région X.

#### **2.3.3.5. Evaluation de l'origine du bois de feu consommé par les ménages**

L'estimation du CEREN ne distingue pas les origines des bois. Or celles-ci peuvent être multiples, d'origine primaire (forêts, bosquets, peupleraies, haies, alignements, arbres épars agricoles et urbains, vignes, vergers) ou secondaire (rebuts, déchets du bois, etc.).

Nous avons construit une méthode visant à estimer la part des origines forêt, peupleraie et haie dans la consommation de bois de feu des ménages. La méthode et les hypothèses présentées plus bas sont difficiles à étayer compte tenu du peu de connaissances disponibles. Les résultats qui en découlent sont extrêmement sensibles aux hypothèses.



### a) Part d'origine forestière du bois de feu consommé par les ménages

Jusque là, on considère par défaut que 70 % du volume publié par le CEREN au niveau national a pour origine les espaces forestiers (ADEME, 2000), le reste provenant indistinctement de toutes les autres ressources ligneuses. Ce taux de 70 % est appliqué uniformément à tout le territoire national (cf. étude MAP 2007), faute de données plus précises. Cette hypothèse apparaît toutefois peu réaliste dans les régions très bocagères ou inversement dans les régions très forestières.

La méthode proposée mobilise les résultats en disponibilité brute BIBE des feuillus calculée dans les ressources forestières, populicoles, bocagères et dans les ressources annexes (vignes, vergers, ressources urbaines).

Elles sont tout d'abord réfactées en fonction de la difficulté d'exploitation (Annexe 26). On suppose en effet que les bûches sont façonnées dans les espaces a priori les plus faciles d'accès.

Dans son étude pour le MAP en 2009, le Cemagref retient les taux suivants :

- 100 % de la disponibilité brute est accessible dans les peuplements d'exploitabilité facile,
- 90 % dans les peuplements d'exploitabilité moyenne,
- 65 % dans les peuplements d'exploitabilité difficile,
- 0 % dans les peuplements d'exploitabilité très difficile.

Sur la base des données IFN, on estime que 95 % de la disponibilité brute en BIBE de peupleraie est accessible, 88 % dans les forêts. Dans toutes les autres ressources ligneuses, la disponibilité facilement accessible est fixée forfaitairement à 100 %. Cette hypothèse est peu risquée dans la mesure où il s'agit de ressources agricoles ou urbaines proches des voies de communication et de pente relativement faible.

**On s'appuie ensuite sur la seule information disponible à l'échelle nationale : 70 % du bois de feu consommé par les ménages au niveau national aurait pour origine la forêt** (cabinet Andersen publié dans ADEME 2000). Cette valeur, bien qu'ancienne et probablement peu précise, est conservée par défaut.

Sur cette base, on estime région par région la part de l'origine forestière (TF) au prorata de la disponibilité forestière dans la disponibilité totale régionale. On vérifie enfin que 70 % du volume CEREN est d'origine forestière au niveau national selon l'équation suivante :

$$\sum_{i=1}^{22 \text{ régions}} (TF_i \times CEREN_i) = 70\% \times CEREN$$

### b) Part d'origine populicole et bocagère du bois de feu consommé par les ménages

D'après la bibliographie régionale, **nous avons estimé qu'en moyenne 85 % du bois de feu consommé par les ménages provient des ressources analysées dans cette étude (forêts, peupleraies, haies, vignes, vergers et arbres urbains)** ; les 15 % restants auraient pour origine les arbres épars, les bois de rebut, les déchets de l'industrie du bois et les bois d'importation. Ce taux est estimé à 10 % en Bretagne (Agreste, 2000), 8 % en Midi-Pyrénées (BVA et Solagro, 2006), 17 % en Poitou-Charentes (Solagro, 2007) mais les définitions varient localement, compliquant les comparaisons. Compte tenu de l'incertitude sur le chiffre de 85 %, il est appliqué forfaitairement au niveau national et régional.

On évalue finalement la part régionale de chacune des trois origines (peupleraies, haies, ressources annexes) dans la consommation totale de bois de feu au prorata de la disponibilité brute calculée dans chacune d'elles.

### c) Synthèse sur l'origine du bois de feu consommé par les ménages

Le Tableau 18 et l'Annexe 11 présentent la part estimée de chacune des trois origines prises en compte dans la consommation totale de bois de feu des ménages.

**Tableau 18 : Part des origines forêt, peupleraies et haies dans le bois de feu consommé par les ménages**

Régions administratives	Part d'origine forêt	Part d'origine peupleraie	Part d'origine bocagère	Total des trois origines
Alsace	75 %	< 1 %	3 %	<b>79 %</b>
Aquitaine	69 %	1 %	4 %	<b>73 %</b>
Auvergne	73 %	1 %	7 %	<b>81 %</b>
Basse-Normandie	51 %	< 1 %	26 %	<b>77 %</b>
Bourgogne	75 %	1 %	5 %	<b>81 %</b>
Bretagne	57 %	1 %	17 %	<b>75 %</b>
Centre	73 %	1 %	5 %	<b>78 %</b>
Champagne-Ardenne	76 %	1 %	3 %	<b>79 %</b>
Corse	73 %	< 1 %	1 %	<b>74 %</b>
Franche comté	77 %	< 1 %	4 %	<b>81 %</b>
Haute-Normandie	73 %	< 1 %	3 %	<b>76 %</b>
Ile de France	72 %	< 1 %	1 %	<b>73 %</b>
Languedoc-Roussillon	66 %	< 1 %	2 %	<b>68 %</b>
Limousin	74 %	< 1 %	7 %	<b>81 %</b>
Lorraine	76 %	< 1 %	3 %	<b>80 %</b>
Midi-Pyrénées	72 %	1 %	6 %	<b>78 %</b>
Nord-Pas de Calais	61 %	4 %	7 %	<b>72 %</b>
Pays de la Loire	52 %	2 %	18 %	<b>73 %</b>
Picardie	71 %	2 %	3 %	<b>77 %</b>
Poitou-Charentes	63 %	1 %	11 %	<b>76 %</b>
PACA	60 %	< 1 %	3 %	<b>62 %</b>
Rhône-Alpes	70 %	< 1 %	3 %	<b>73 %</b>
<b>FRANCE</b>	<b>70 %</b>	<b>1 %</b>	<b>6 %</b>	<b>76 %</b>

Par rapport à ce qui était fait jusque là, l'approche proposée permet à la fois :

- D'accroître de quelques points le taux de bois de feu d'origine forestière dans les régions parmi les plus forestières (77 % en Franche-Comté, 76 % en Lorraine, 75 % en Alsace),
- De le réduire sensiblement dans les régions bocagères ou peu boisées (51 % en Basse-Normandie, 57 % en Bretagne, 61 % dans le Nord-Pas-de-Calais). Cet ordre de grandeur est globalement conforme avec le résultat de Biomasse Normandie (2008) qui estimait à 33 % la part forestière en Basse-Normandie (comme nous, les auteurs signalent la faible précision de ce résultat).

Quant à l'importance relative du bois de feu d'origine populicole et bocagère, nos estimations fournissent des tendances crédibles au regard de l'importance de ces ressources dans les espaces considérés.

Il est vivement conseillé, dans la perspective d'études régionales futures et dans la mesure du possible, d'ajuster les taux au regard des éventuelles données disponibles localement.

### 2.3.3.6. Synthèse sur les prélèvements actuels de bois d'industrie et de bois énergie

Les estimations de prélèvements actuels par type de ressource (forêts, peupleraies, haies), par région administrative, par groupe d'essence (feuillus, résineux) et par types d'usage des bois (BO, BI, BE), sont toutes accessibles en Annexe 9 (forêts) et Annexe 10 (peupleraies et haies).

### 2.3.4. Résultats en disponibilités nettes et supplémentaires

#### 2.3.4.1. Disponibilité nette technico-économique

Le Tableau 19 donne, par région, les disponibilités technico-économiques nettes de :

- **BIBE : 46,1 millions de m<sup>3</sup>/an**, soit 10,3 millions de tep, dont 43,3 d'origine forêt (94 % du total) ;
- **MB : 7,2 millions de m<sup>3</sup> / an**, soit 1,6 million de tep, dont 5,8 d'origine forêt (80 % du total).

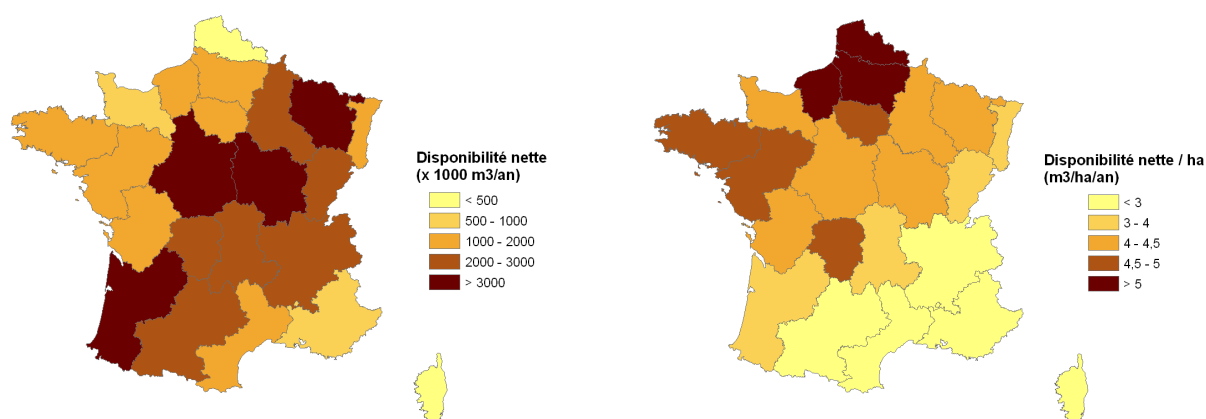
Les disponibilités nettes et supplémentaires par régions bocagères et populiocoles sont en Annexe 18 et 19. La ventilation des disponibilités forestières nettes par type de propriété est en Annexe 15. Le tableau avec des résultats exprimés en ktep/an est disponible en Annexe 14.

*Tableau 19 : Disponibilité technico-économique en BIBE et MB par région, ressource et groupe d'essence, pertes d'exploitation déduites (x 1000 m<sup>3</sup>/an) et pour le scénario de base (ns : non significatif)*

	BIBE exploitable (x 1000 m³/an)					MB exploitable (x 1000 m³/an)					Total BIBE exploit.	Total MB exploit.
Régions administratives	FORET			PEUP.	HAIE	FORET			PEUP.	HAIE		
	FEU.	RES.	TOT.			FEU.	RES.	TOT.				
Alsace	799	425	1 223	ns	ns	108	35	143	ns	ns	1 241	153
Aquitaine	2 968	1 970	4 938	50	141	407	119	526	19	77	5 128	622
Auvergne	1 210	1 054	2 264	ns	102	159	75	233	ns	55	2 381	294
Basse-Normandie	557	ns	653	ns	276	62	ns	70	ns	151	936	224
Bourgogne	3 231	454	3 684	ns	100	486	67	553	ns	59	3 816	625
Bretagne	1 142	326	1 467	ns	306	153	30	183	ns	169	1 798	362
Centre	3 449	410	3 859	ns	125	460	45	505	ns	68	4 017	586
Champagne-Ardenne	2 388	339	2 727	30	ns	396	36	433	12	ns	2 794	464
Corse	181	67	248	ns	ns	26	5	31	ns	ns	251	33
Franche-Comté	1 909	760	2 669	ns	ns	300	137	437	ns	ns	2 713	461
Haute-Normandie	949	ns	1 058	ns	ns	123	ns	133	ns	ns	1 087	149
Ile-de-France	1 162	ns	1 194	ns	ns	159	ns	162	ns	ns	1 212	171
Languedoc-Roussillon	746	362	1 108	ns	ns	112	35	147	ns	ns	1 152	170
Limousin	1 918	531	2 449	ns	120	259	43	301	ns	65	2 575	369
Lorraine	2 412	854	3 266	ns	ns	377	52	429	ns	ns	3 312	454
Midi-Pyrénées	2 320	290	2 610	ns	172	343	38	381	ns	94	2 810	485
Nord-Pas de Calais	470	ns	475	ns	ns	66	ns	66	ns	ns	565	108
Pays de la Loire	1 066	307	1 373	76	352	139	20	159	29	189	1 800	377
Picardie	1 358	ns	1 449	59	ns	201	ns	210	22	ns	1 547	254
Poitou-Charentes	1 353	120	1 473	ns	203	197	14	211	ns	111	1 712	336
PACA	565	356	921	ns	ns	100	24	124	ns	ns	959	144
Rhône-Alpes	1 514	719	2 233	ns	88	259	94	353	ns	47	2 342	409
FRANCE	33 665	9 676	43 341	492	2 316	4 893	899	5 792	189	1 267	46 149	7 247

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

*Figure 19 : Disponibilités forestières nettes de BIBE en volume et en volume moyen à l'hectare boisé*



Le Tableau 20 donne le volume techniquement et économiquement exploitable par classe de difficulté physique d'exploitation ainsi que le ratio pour le BIBE et les MB entre la disponibilité nette et la disponibilité brute (ratio appelé « taux d'exploitabilité »). La ventilation de ce taux par région, catégorie de propriété et groupe d'essence forestière est présentée en Annexe 16.

**Tableau 20 : Variation du taux d'exploitabilité en fonction de la difficulté pour le scénario de base**

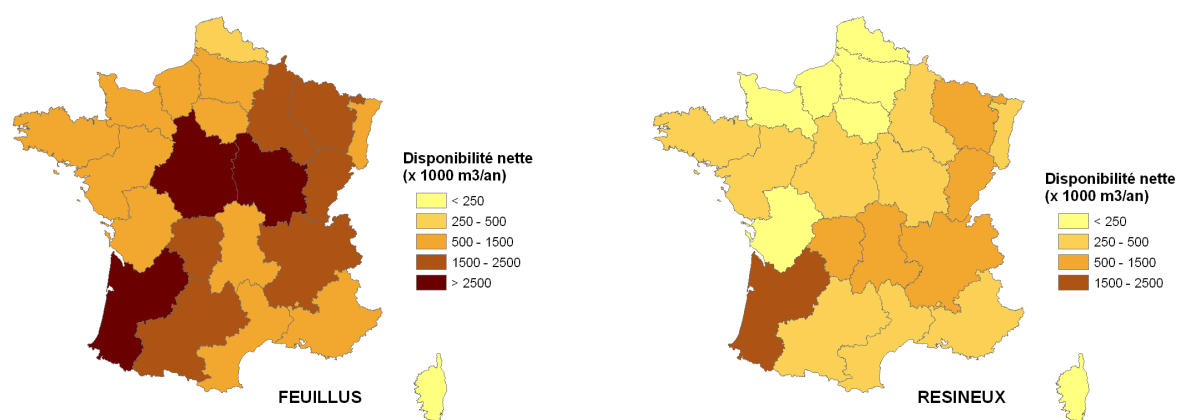
Classes d'exploitabilité	BIBE exploitable		MB exploitable	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	Taux exploit.	x 1000 m <sup>3</sup> /an	Taux exploit.
FACILE	36 669	87%	5 879	66%
MOYENNE	5 542	85%	757	58%
DIFFICILE	3 922	18%	607	14%
TRES DIFFICILE	16	3%	4	3%
<b>TOTAL</b>	<b>46 149</b>	<b>65%</b>	<b>7 247</b>	<b>49%</b>

NB : les disponibilités des peupleraies et des haies sont incluses dans la classe d'exploitabilité « FACILE ».

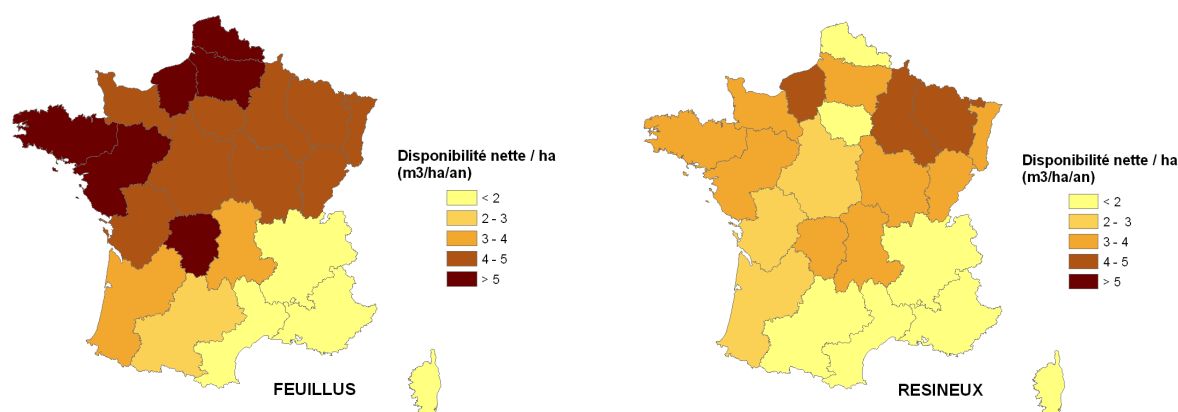
Le taux de volume de BIBE exploitable varie faiblement entre les conditions d'exploitation « facile » et « moyenne ». Il est proche du maximum possible de 90 % après réfaction des pertes en exploitation. Cela est dû au faible écart entre le coût d'exploitation moyen retenu pour ces deux classes d'exploitabilité.

En revanche, le taux de BIBE exploitable chute fortement pour les classes « difficile » et « très difficile » qui représentent environ 30 % de la disponibilité totale. Cela correspond bien à une réalité de terrain, par exemple, en montagne le BIBE est majoritairement abandonné sur coupe. La carte suivante (Figure 21) illustre parfaitement cette dernière réalité. Les régions de montagne (et celles qui bordent la Méditerranée) se distinguent par des niveaux de disponibilité forestière nette en BIBE à l'hectare relativement faibles, en rapport avec la dynamique de croissance plus lente (cas des espèces méditerranéennes) et les coûts d'exploitation plus élevés en montagne que dans les régions de plaine du Nord et de l'Ouest.

**Figure 20 : Disponibilités forestières nettes de BIBE selon le groupe d'essences (en milliers de m<sup>3</sup>/an)**



**Figure 21 : Disponibilités forestières nettes de BIBE selon le groupe d'essences par ha boisé (en m<sup>3</sup>/ha/an)**



Sensibilité à la variation du prix de retrait

La mise en parallèle des statistiques du prix du bois sur pied de l'ONF et de la valeur finale des produits de l'exploitation forestière montre la plupart du temps une évolution similaire des deux séries pour chaque catégorie d'essence. Lorsque les prix bord de route sont élevés, les prix du bois sur pied le sont également.

Le tableau suivant (Tableau 21) montre la sensibilité de la disponibilité technico-économique nette en forêt à la variation du prix du bois sur pied adopté. Lorsque celui-ci augmente, le prix de revient du bois bord de route augmente et la disponibilité diminue. Lorsque le prix du bois sur pied et le prix du bois bord de route sont issus de la même année, le volume exploitable devrait correspondre au volume exploité.

*Tableau 21 : Sensibilité de la disponibilité technico-économique nette forestière à la variation du prix de retrait (x 1000 m<sup>3</sup>/an)*

Prix de retrait retenu	FEUILLUS				RESINEUX				TOTAL			
	BIBE exploit.	Taux exploit. BIBE	MB exploit.	Taux exploit. MB	BIBE exploit.	Taux exploit. BIBE	MB exploit.	Taux exploit. MB	BIBE exploit.	Taux exploit. BIBE	MB exploit.	Taux exploit. MB
Bas (scén. de base)	33 665	66%	4 893	51%	9 676	56%	899	24%	43 341	64%	5 792	43%
Moyen	29 616	58%	4 404	46%	8 235	48%	629	17%	37 851	56%	5 033	38%
Maximum	23 530	46%	3 625	38%	4 009	23%	351	9%	27 539	40%	3 976	30%

En fait, on constate que lorsque le prix de retrait est maximal (ce qui correspond aux années où le prix du bois bord de route a été maximal), la quantité de BIBE disponible est de 27,5 millions de m<sup>3</sup> par an. Cette valeur est inférieure de 4,4 millions de m<sup>3</sup> à la récolte actuelle de BIBE estimée pour la forêt (cf. Annexe 9).

Pour expliquer cet écart, on peut avancer plusieurs hypothèses :

- Une partie de la récolte réalisée directement par les propriétaires n'est pas soumise de la même manière aux variations du prix du bois sur pied ;
- La récolte réalisée par des particuliers pour leurs propre usage, n'est pas soumise aux mêmes critères de rentabilité que la récolte réalisée par les exploitants professionnels ;
- Du bois potentiellement valorisable en bois d'œuvre peut être valorisé en bois d'industrie ou en bois de feu. Cette pratique peut concerner des volumes importants en particulier :
  - dans les petites parcelles récoltées par des particuliers pour leur bois de feu,
  - Les essences dont les sciages sont peu valorisés (pin sylvestre dans le Massif Central ou le Sud Est de la France, pin d'Alep, chêne vert ou pubescent, etc.) ;
  - Les essences pour lesquelles la demande en bois d'industrie est forte comme le pin maritime dans les Landes.

Sensibilité à une fertilisation compensatrice

Le Tableau 22 donne la variation de la disponibilité nette à l'apport d'une fertilisation compensatrice. Les résultats concernent les forêts, la sensibilité des sols des peupleraies et des haies étant considérée par défaut comme faible.

*Tableau 22 : Sensibilité de la disponibilité nette forestière en MB à l'apport d'une fertilisation compensatrice*

Localisation	Scenario	FEUILLUS		RESINEUX		TOTAL	
		MB exploit. (x 1000 m <sup>3</sup> /an)	Taux exploit.	MB exploit. (x 1000 m <sup>3</sup> /an)	Taux exploit.	MB exploit. (x 1000 m <sup>3</sup> /an)	Taux exploit.
Aquitaine	Prix de retrait	407	54%	119	21%	526	40%
	Prix de retrait et coût de fertilisation compensatrice	410	54%	227	40%	637	48%
France entière	Prix de retrait	4 893	51%	899	24%	5 792	43%
	Prix de retrait et coût de fertilisation compensatrice	5 064	52%	1 399	38%	6 463	48%

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

L'apport d'une fertilisation compensatrice permet une légère augmentation du taux de disponibilité des menus bois de 5 points sur l'ensemble de la France. Les peuplements feuillus sont cependant moins sensibles que les résineux à une telle fertilisation ; leur taux de récolte progresse de 1 point contre 14 points pour les résineux. C'est un résultat logique si on considère que les résineux sont souvent implantés sur des sols plus pauvres que les feuillus.

En Aquitaine, l'augmentation du taux de disponibilité en résineux est de 19 points, soit 108 000 m<sup>3</sup>/an. La variation est nulle en feuillus. Dans cette région où la tension sur le bois était déjà forte et où la tempête de 2009 va encore l'accentuer, cette possibilité pourrait donc permettre une augmentation de la disponibilité en menus bois ; les volumes concernés restent cependant assez faibles.

### 2.3.4.2. Disponibilité nette supplémentaire

Le Tableau 23 présente la disponibilité nette supplémentaire d'un point de vue technico-économique après déduction de la récolte actuelle. Elle s'élève à **12 millions de m<sup>3</sup> de BIBE par an** (soit 2,7 millions de tep), et 7,2 millions de m<sup>3</sup> par an de MB (soit 1,6 million de tep). Ces résultats en ktep/an sont en Annexe 17.

Les résultats ventilés par interrégion bocagères et populicoles sont accessibles en Annexes 18 et 19.

*Tableau 23: Disponibilité supplémentaire par groupe d'essence, région et type de ressource (x 1000 m<sup>3</sup>/an)*

Régions administratives	BIBE supplémentaire (x 1000 m <sup>3</sup> /an)						MB supplémentaire (x 1000 m <sup>3</sup> /an)					
	FORET		Total FORET	PEUPL.	HAIES	TOTAL	FORET		Total FORET	PEUPL.	HAIES	TOTAL
	FEUIL.	RES.					FEUIL.	RES.				
Alsace	85	247	332	ns	ns	318	108	35	143	ns	ns	153
Aquitaine	1 110	-907	203	15	66	285	407	119	526	19	77	622
Auvergne	199	745	943	ns	2	951	159	75	233	ns	55	294
Basse-Normandie	-105	ns	-119	ns	-8	-125	62	ns	70	ns	151	224
Bourgogne	2 067	39	2 105	ns	43	2 163	486	67	553	ns	59	625
Bretagne	304	196	500	ns	48	559	153	30	183	ns	169	362
Centre	2 099	26	2 125	ns	56	2 195	460	45	505	ns	68	586
Champagne-Ardenne	841	14	855	10	ns	870	396	36	433	12	ns	464
Corse	-322	41	-281	ns	ns	-282	26	5	31	ns	ns	33
Franche-Comté	793	312	1 105	ns	ns	1 093	300	137	437	ns	ns	461
Haute-Normandie	112	ns	120	ns	ns	116	123	ns	133	ns	ns	149
Ile-de-France	159	ns	119	ns	ns	119	159	ns	162	ns	ns	171
Languedoc-Rous.	83	66	149	ns	ns	170	112	35	147	ns	ns	170
Limousin	743	223	966	ns	56	1 027	259	43	301	ns	65	369
Lorraine	627	450	1 076	ns	ns	1 078	377	52	429	ns	ns	454
Midi-Pyrénées	725	43	768	ns	73	849	343	38	381	ns	94	485
Nord-Pas de Calais	-237	ns	-284	ns	ns	-332	66	ns	66	ns	ns	108
Pays de la Loire	311	109	421	40	93	554	139	20	159	29	189	377
Picardie	175	ns	167	-12	ns	162	201	ns	210	22	ns	254
Poitou-Charentes	380	-47	333	ns	53	390	197	14	211	ns	111	336
PACA	-341	-10	-351	ns	ns	-352	100	24	124	ns	ns	144
Rhône-Alpes	-232	413	181	ns	18	199	259	94	353	ns	47	409
<b>FRANCE</b>	<b>9 574</b>	<b>1 860</b>	<b>11 434</b>	<b>101</b>	<b>471</b>	<b>12 005</b>	<b>4 893</b>	<b>899</b>	<b>5 792</b>	<b>189</b>	<b>1 267</b>	<b>7 247</b>

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

ns : non significatif

Eléments d'interprétation des résultats négatifs

Sauf en Aquitaine où l'on relève l'impact de la tempête Klaus sur la disponibilité résineuse, les disponibilités en BIBE localement négatives peuvent être expliquées par :

**Des prélèvements actuellement supérieurs aux possibilités biologiques ou des niveaux de prélèvements oscillants autour de l'accroissement annuel :**

- **BASSE-NORMANDIE** : Cette pratique, si tant est qu'elle ne perdure pas, peut notamment être le fait de la remise en gestion durable de peuplements surcapitalisés. Si la disponibilité supplémentaire évaluée en Basse-Normandie est légèrement négative, notre total cumulé pour les régions Haute et Basse-Normandie est nul. Ce dernier résultat est cohérent avec un taux de prélèvement moyen dans les peuplements forestiers de Normandie estimé autour de 100 % sur la période comprise entre 1988-2002 (IFN, 2008).

**Et aussi par des incertitudes sur les termes entrant dans le calcul de la disponibilité supplémentaire,** tant en raison des données utilisées que des hypothèses retenues :

- **PROVENCE-ALPES COTE D'AZUR et CORSE : une tendance à la sous-estimation du terme « disponibilité » dans le bilan régional :**
  - **L'utilisation en BIBE de bois classés dans la catégorie BO dans l'étude.** C'est probablement le cas en PACA et en Corse, en raison d'une qualité souvent moindre des bois et peut-être plus encore de la rareté des industries du BO dans ces régions ;
  - **Le paramétrage du modèle économique** (réfaction de la disponibilité brute à la disponibilité technico-économique) dans les régions méditerranéennes (PACA et Corse) : les systèmes d'exploitation y sont spécifiques et il est probable que ces caractéristiques soient mal représentées dans notre modèle. Cette explication semble confirmée par l'analyse de la disponibilité supplémentaire dans le cas d'une hausse du prix du BIBE. Des hausses respectivement de 50 et 70 % permettent de retrouver des niveaux positifs.
- **CORSE et NORD-PAS DE CALAIS : une tendance à la sur-estimation du terme « prélèvement » dans le bilan régional :**
  - **Les extrapolations régionales du CEREN sur la consommation de bois de feu des ménages peuvent être relativement imprécises.** Ainsi, la consommation de bois de feu en Corse aurait bondi de 150 % entre 2001 et 2006, contre une baisse de 6 % en moyenne au niveau national (même tendance à la baisse dans les autres régions méditerranéennes). Le chiffre corse est très incertain et probablement surestimé, le nombre de foyers enquêtés étant relativement réduit, en lien avec la faible densité de population de l'île ;
  - **Des consommations dans une région donnée de bûches en provenance d'autres régions.** L'estimation des prélèvements régionaux de bois énergie repose sur l'hypothèse que tout le bois de feu consommé dans une région provient de cette région, en l'absence d'informations solides sur les flux de bois de feu. Cette hypothèse est probablement mise à mal dans le **Nord-Pas de Calais** où notre estimation des prélèvements de bois énergie est supérieure à la disponibilité brute. Le contexte régional (très faible superficie boisée, très forte densité de population et besoin important en chaleur) expliquerait l'importance des importations de bois énergie, non prises en compte ici. De plus, le bois énergie représente 91 % du BIBE consommé (contre 64 % au niveau national), or plus ce taux est élevé et plus l'incertitude sur l'estimation des prélèvements est forte, le terme « consommation de BE » dans le bilan des prélèvements de bois étant le plus incertain. Enfin, notre analyse économique montre qu'aucune hausse, même très importante, du prix du BIBE bord de route ne permettrait de regagner une valeur de disponibilité supplémentaire positive, ce qui laisse effectivement penser que les prélèvements de bois dans les ressources régionales sont largement surestimés.

Plus généralement, on rappellera que la précision des résultats négatifs peut être relativement réduite (sauf en Aquitaine) dans la mesure (i) où les volumes concernés sont faibles et (ii) compte tenu du mode d'obtention des résultats par différence entre deux estimations indépendantes.

**Dans ces régions, il est conseillé de retenir qu'il n'y a probablement pas de disponibilités supplémentaires, c'est-à-dire en plus des volumes mobilisés à ce jour. L'analyse détaillée des contextes techniques et économiques régionaux permettrait toutefois d'affiner ces estimations.**

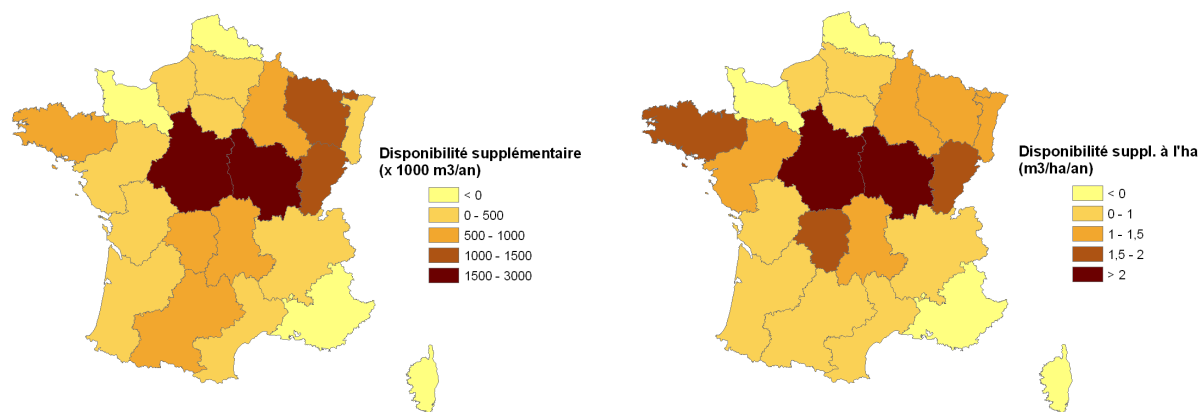


**Ressource forestière : 11,4 millions de m<sup>3</sup>/an de BIBE et 5,8 millions de m<sup>3</sup>/an de MB**

L'essentiel du gisement supplémentaire de bois énergie se situe dans les régions le long d'une diagonale allant de Toulouse aux Ardennes et à la Lorraine. La Bretagne se distingue également avec une disponibilité BIBE additionnelle de 500 000 m<sup>3</sup>/an. Les régions Centre et Bourgogne présentent les plus forts potentiels, en valeur absolue comme par hectare boisé (Figure 22). Les résultats laissent entrevoir le risque de pénurie de BIBE résineux en Aquitaine dans le futur. L'ampleur de ce phénomène méritera d'être reprecisé.

La disponibilité supplémentaire en BIBE résineux est relativement faible et sensiblement inférieure à celle des feuillus : l'exploitation actuelle est proche du disponible dans les conditions économiques actuelles.

*Figure 22 : Disponibilités supplémentaires de BIBE forestier en volume et en volume moyen par ha boisé*

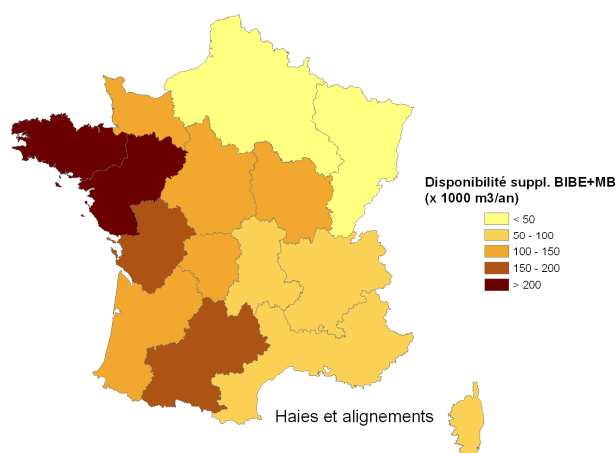
**Ressource populicole : 100 000 m<sup>3</sup>/an de BIBE et 190 000 m<sup>3</sup>/an de MB**

La disponibilité supplémentaire en peupliers est relativement réduite, avec 290 000 m<sup>3</sup>/an (soit 43 ktep/an), dont 100 milliers de m<sup>3</sup> de BIBE (15 ktep/an). Elle se rencontre principalement dans la vallée de la Loire.

**Ressources bocagères : 470 000 m<sup>3</sup>/an de BIBE et 1,27 million de m<sup>3</sup>/an de MB**

Le bocage porte un gisement supplémentaire de BIBE et de MB de 1,7 millions de m<sup>3</sup>/an (soit 380 000 tep/an), dont près des 3/4 sous la forme de menus bois valorisables en plaquettes. L'essentiel du gisement additionnel se rencontre dans le Nord-Ouest et en Midi-Pyrénées (Figure 23).

*Figure 23 : Disponibilités supplémentaires de BIBE et MB par interrégions bocagères (x 1000 m<sup>3</sup>/an)*

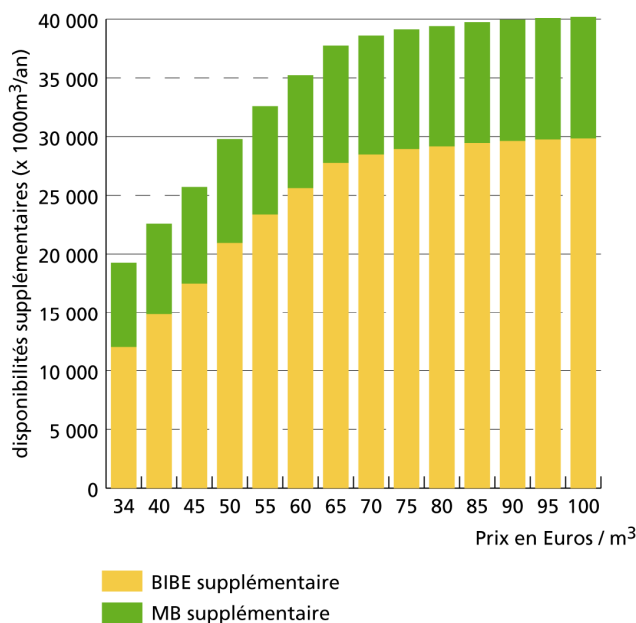
**2.3.4.3. Disponibilité nette supplémentaire selon le prix d'achat du bois bord de route**

Les résultats de la Figure 24 montrent la sensibilité des disponibilités supplémentaires en BIBE et MB à une variation du prix du BIBE payé bord de route pour les trois ressources cumulées : forêts, peupleraies et haies. Les résultats relatifs aux forêts seules sont en Annexe 20.

La méthode mise en œuvre est relativement fruste. Elle consiste à faire varier la classe de prix bord de route du BIBE tout en fixant l'ensemble des autres paramètres économiques à leur niveau actuel (contexte économique général, prix du BO, conditions d'accessibilité physique des peuplements, matériels d'exploitation, rentabilité des différents modes d'exploitation, etc.), ce qui est relativement peu probable.

Figure 24 : Variation de la disponibilité supplémentaire en BIBE et en MB à une variation du prix bord de route du BIBE (forêts + peupleraies + haies)

Classe de prix du BIBE bord de route		BIBE suppl.		MB suppl.	
En €/ m <sup>3</sup>	En €/ MWh	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep /an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep /an
Prix actuel :					
34 €	12,9 €	12 005	2 717	7 247	1 625
40 €	15,3 €	14 805	3 311	7 785	1 746
45 €	17,2 €	17 476	3 913	8 238	1 848
50 €	19,0 €	20 938	4 704	8 854	1 989
55 €	20,9 €	23 363	5 249	9 226	2 073
60 €	22,8 €	25 606	5 743	9 624	2 163
65 €	24,8 €	27 752	6 222	9 996	2 246
70 €	26,7 €	28 477	6 362	10 122	2 270
75 €	28,6 €	28 934	6 450	10 203	2 286
80 €	30,6 €	29 160	6 496	10 252	2 295
85 €	32,5 €	29 446	6 556	10 296	2 305
90 €	34,4 €	29 633	6 595	10 325	2 311
95 €	36,3 €	29 752	6 620	10 347	2 315
100 €	38,2 €	29 836	6 637	10 363	2 319



L'approche retenue est simplificatrice et elle minimise certainement la disponibilité réelle. En effet, le prix du BO peut évoluer selon deux schémas :

- Le prix du BO augmente avec celui du BIBE et il lui reste toujours supérieur ou égal. De cette façon, les usages BO sont préservés. Par ailleurs, l'augmentation du prix du BO permet l'exploitation de nouvelles parcelles virtuelles, en plus de celles permises par l'augmentation du prix du BIBE. Ces nouvelles parcelles génèrent également du BIBE qui se rajoute à la disponibilité exprimée dans la Figure 24.
- Le prix du BO ne peut augmenter suffisamment pour rester concurrentiel avec celui du BIBE. Le marché du BIBE peut alors capter du bois qui était jusqu'alors utilisé comme BO. Dans ce cas également la disponibilité effective en BIBE est supérieure à celle qui est présentée dans la figure 24.

L'augmentation de la disponibilité supplémentaire permise par une augmentation de 5 €/m<sup>3</sup> du prix du BIBE est en moyenne de 3 millions de m<sup>3</sup> jusqu'à 65 €/m<sup>3</sup>. L'augmentation de la disponibilité diminue ensuite pour tendre vers son maximum de 40 millions de m<sup>3</sup>/an.

Par ailleurs, il a été dit au § 2.3.2.2 b que le prix moyen actuel adopté était de 34 €/m<sup>3</sup> pour le BIBE alors que le prix du bois énergie bord de route était plutôt de 41 €/m<sup>3</sup>. Le tableau 24 montre que lorsque le prix du BIBE est 40 €/m<sup>3</sup>, la disponibilité nette supplémentaire en BIBE + MB est supérieure de 3,3 millions de m<sup>3</sup> à la disponibilité observée à 34 €/m<sup>3</sup>.

### 2.3.5. Discussion autour des résultats

#### Incidence du taux de pertes en exploitation sur la disponibilité supplémentaire

On considère que les pertes d'exploitation sont en moyenne de 10 % lors d'une récolte de BIBE. Cette hypothèse indispensable entraîne une importante diminution de la disponibilité nette et une diminution équivalente (en valeur absolue) de la disponibilité nette supplémentaire. Ainsi, une variation du taux de pertes en exploitation de 5 points entraîne globalement une variation de plus ou moins 2 millions de m<sup>3</sup> sur la disponibilité nette **ET** sur la disponibilité nette supplémentaire.

Les données expérimentales sur cette hypothèse font cependant défaut. Des relevés réalisés récemment par le FCBA sur le pin maritime dans les Landes ont mis en évidence un écart de plus de 20 % entre l'estimation du volume sur pied et le bois réceptionné en usine. Cet écart est expliqué en partie par les pertes d'écorce dues à l'exploitation mécanisée. Il peut être également à des facteurs de conversion tonne/m<sup>3</sup> mal adaptés. Ce résultat montre néanmoins que les pertes d'exploitation ne peuvent être négligées dans l'expression des résultats du volume effectivement disponible.

Il est certain que ces pertes varient avec le mode d'exploitation (mécanisé ou non), l'essence, la saison (sensibilité à l'écorçage), le produit façonné (le façonnage en petite longueur génère plus de pertes qu'en grande longueur), et l'exploitant (un particulier qui exploite son bois de chauffage laissera moins de bois sur le parterre de coupe qu'un exploitant professionnel qui a un souci de rentabilité).

On peut penser aussi que l'augmentation du prix bord de route conjuguée à une tension sur la ressource peuvent entraîner une amélioration des rendements d'exploitation (diminution de l'écorçage par l'abattage mécanisé, récupération de plus de bois par les débardeurs, modification des techniques d'exploitation).

#### Incidence du prix du bois sur pied sur la disponibilité nette supplémentaire

En faisant augmenter ou baisser le prix du bois sur pied, on a vu que la disponibilité variait dans le sens inverse. Le calcul montre donc que pour chaque niveau de prix, un équilibre se crée entre les conditions d'exploitabilité de la ressource et les conditions économiques. Pour exploiter plus de BIBE et aller le chercher sur des parcelles plus difficiles d'accès (situées majoritairement en montagne), il faudra nécessairement payer le bois bord de route plus cher ou que le propriétaire accepte de vendre moins cher son bois sur pied (ce qui est peut probable dans un contexte de forte demande et qui n'est certainement pas souhaitable pour augmenter la mobilisation du bois).

On peut donc envisager que l'augmentation du prix devra être répartie entre le propriétaire (meilleure rémunération du bois sur pied) et l'exploitant (exploitation de parcelles plus difficiles d'accès). Pour une augmentation du prix du bois bord de route donnée, l'augmentation effective de la disponibilité devrait être inférieure à l'augmentation calculée.

Par ailleurs, il est probable qu'avec une variation de la demande en bois énergie (qui se traduit par une augmentation du prix bord de route), la disponibilité brute en bois énergie varie également. En effet, à partir d'un certain niveau de prix, on observera que :

- Des usages actuels de BIBE deviennent non rentables (fermeture d'usines de pâte ou de panneaux ou changement des sources d'approvisionnement),
- Il devient plus intéressant de valoriser en BE les usages les moins nobles du BO (substitution d'usage). De proche en proche, une tension sur les prix aura lieu jusqu'à trouver un nouvel équilibre.

En tout état de cause, compte tenu de ce qui a été observé sur l'équilibre entre les prix du bois sur pied et les prix du bois bord de route, il est certain que le développement d'un usage particulier comme le bois énergie, éventuellement aidés par des incitations fiscales, risque d'entraîner des substitutions d'usage avant d'entraîner une mobilisation supplémentaire.

#### Interrogation sur la qualité des données prix et coûts

On peut s'interroger à juste titre sur la qualité et la fiabilité des données de prix et de coûts utilisées.

- Les prix du bois sur pied sont issus des statistiques ONF et ne reflètent donc pas l'ensemble du marché. En outre la ventilation des prix par classe de diamètre comporte une marge d'incertitude.
- Les statistiques sur la valeur finale des produits de l'exploitation sont collectées au niveau régional par des agents de l'Etat auprès des professionnels. Même si la qualité des informations est variable d'une région à l'autre, il est satisfaisant de constater la cohérence entre ces deux séries de données.
- Les coûts d'exploitation par schéma d'exploitation ont été élaborés à partir des données expérimentales du FCBA. Les coûts varient en fonction de la difficulté d'exploitation dont la pente et la distance de débardage constituent les deux critères principaux. Comme on l'a vu, les classes utilisées pour la définition des coûts ne correspondent pas aux classes synthétiques de difficulté d'exploitation établies par l'IFN. Malgré les précautions prises pour l'établissement de la matrice de passage entre les coûts par système d'exploitation et les coûts par classe d'exploitation synthétique (pondération par les surfaces des groupes d'essences et par région administrative), il faudrait vérifier que cette transformation n'introduit pas un biais ou une erreur trop importante dans les résultats.

L'utilisation de ces données a permis *in fine* de calculer une disponibilité cohérente avec la réalité de l'exploitation forestière en France dans les conditions du moment. Cependant, on a appliqué il est vrai les mêmes conditions économiques à toutes les parcelles, qu'elles soient exploitées par des professionnels ou par des particuliers pour lesquels la rémunération du temps de travail n'a pas la même importance.

### Incertitude induite par le mode de calcul de la disponibilité supplémentaire

La disponibilité nette supplémentaire s'évalue à la manière d'un bilan, par différence entre deux termes estimés : la disponibilité technico-économique nette (terme positif) et les prélèvements (terme négatif).

De par ce mode de calcul, son résultat est particulièrement sensible aux hypothèses retenues pour l'évaluation de chacun des deux termes. Ce cadre méthodologique doit être remémoré au moment de lire les résultats. Pour autant, l'acquisition de connaissances supplémentaires sur l'un ou l'autre terme permettra de réduire l'incertitude sur ce résultat.

### Conditions d'utilisation et précautions autour de la récolte des menus bois en forêt

Les menus bois comprennent un taux d'écorce important. Si leur combustion peut entraîner des difficultés techniques dans certains types de chaufferies (la température de combustion doit être augmentée), ce n'est pas le cas dans la plupart d'entre elles, et notamment dans celles qui consomment les plus gros tonnages. Ainsi, la valorisation des menus bois sous une forme énergétique n'est pas globalement contrainte par des éléments techniques propres aux chaufferies. Il « suffit » finalement de trouver la « bonne chaufferie » en fonction des produits offerts.

Pour autant, afin de s'assurer d'une utilisation durable des énergies renouvelables, la récolte accrue des menus bois ne doit être envisagée que sur la base de connaissances objectives quant aux risques induits sur la pérennité des écosystèmes. Les impacts à moyen et long termes d'une réduction de la quantité de bois mort en forêt sont en cours d'évaluation, notamment dans le cadre des expertises BIO-2 et BIOMADI (à venir). Les résultats publiés dans ce rapport intègrent uniquement le risque de dégradation à long terme de la fertilité chimique des sols ; en ce sens ils doivent être interprétés comme un maximum théorique.

### Incidence de la taille de la propriété privée sur la récolte de BIBE en forêt

La propriété forestière privée présente des caractères variables du point de vue de la taille, du morcellement, de la gestion et de la composition.

La petite taille des parcelles forestières en propriété privée est souvent présentée comme un obstacle à leur exploitation (près de 30 % de la surface forestière privée en France est constituée de propriétés de moins de 4 ha). C'est vrai pour l'exploitation à destination industrielle dont les frais de gestion sont amplifiés par le morcellement de la propriété. Cela l'est sans doute moins pour les parcelles exploitées par leurs propriétaires ou des particuliers pour la production de bois de chauffage en dehors des circuits commerciaux couverts par l'EAB « exploitation forestière et scieries ».

Actuellement, la localisation de la disponibilité supplémentaire est inconnue, et le restera tant qu'on ne pourra pas faire le lien entre la récolte (bientôt mesurée par l'IFN) et le cadastre (pas encore totalement vectorisés) qui donne une indication sur la taille de la parcelle ou de la propriété.

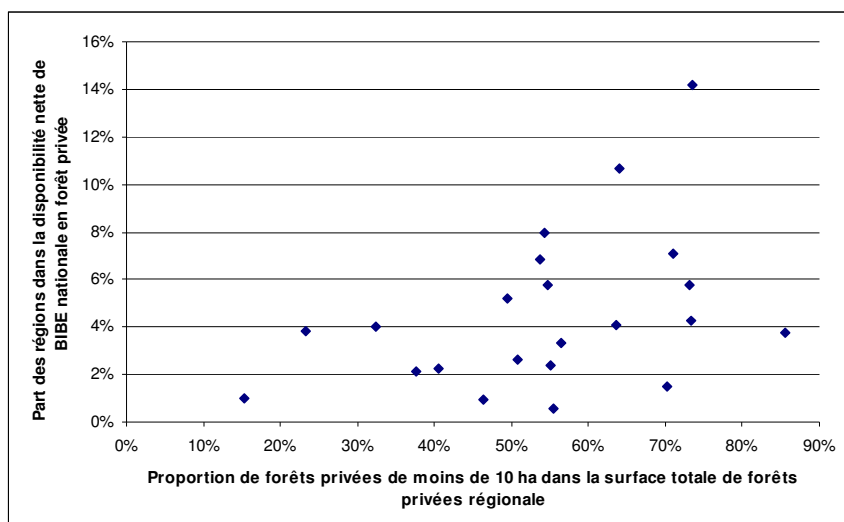
On peut faire néanmoins l'hypothèse que :

- La récolte commercialisée est réalisée en priorité sur les parcelles les plus grandes et dans les propriétés gérées (forêts publiques, forêts privées à plan simple de gestion),
- La récolte de bois de feu non « commercialisée » se réalise tout autant, voire davantage, sur les petites parcelles (exception faite de l'affouage en forêt communale) pour des raisons de proximité entre l'exploitant non professionnel et son marché.

Pour confirmer ou infirmer l'hypothèse selon laquelle les petites propriétés privées sont sous exploitées et donc que la disponibilité supplémentaire s'y trouve majoritairement, il faudrait établir une corrélation entre ces variables. Si par exemple on parvenait à montrer que le taux de disponibilité supplémentaire augmente avec le taux de petites propriétés, on pourrait penser que les petites propriétés sont effectivement sous exploitées. Exprimer le lien qui pourrait exister entre la proportion de propriétés de petite surface et la disponibilité supplémentaire passe par l'établissement d'un indicateur fiable, non disponible à ce jour.

Les éléments de contexte de la forêt privée peuvent être rappelés. La Figure 25 montre que les régions qui présentent les gisements les plus importants de BIBE en forêt privée sont également celles qui comportent la plus grande part de leur surface de forêts privées dans des propriétés < 10 ha (d'après Agreste 2002).

*Figure 25 : Relation entre la part des régions dans la disponibilité nationale de BIBE en forêt privée et le taux de surface des propriétés privées de moins de 10 ha.*



La récolte de bûches est probablement aussi élevée dans les petites propriétés que dans les grandes. En revanche, l'accessibilité des petites parcelles à une récolte de type industriel pour l'approvisionnement des chaufferies restera problématique, comme elle l'est déjà pour les industries de la trituration.

#### Décision du propriétaire de mettre ses bois sur le marché

On note une hausse du gisement exploitable quand le prix du BIBE s'accroît mais il faut se souvenir que l'offre de bois est peu sensible au signal prix (cf. analyse économique du Cemagref, 2007). La faible élasticité de l'offre de bois au signal-prix est le fait d'une multitude de facteurs sociaux.

Il est possible qu'actuellement le critère « décision de vendre du propriétaire » ne joue pas un rôle majeur dans le volume offert sur le marché. Le critère de rentabilité économique reste prépondérant dans un contexte où le prix du BE reste encore relativement faible.

### 3. Disponibilités en biomasse des ressources ligneuses annexes

#### 3.1. Quelles ressources annexes pour la production de biomasse ?

Le bois énergie déjà mobilisé ou mobilisable peut provenir de ressources ligneuses situées en dehors de la forêt, des peupleraies et des haies et alignements. Ces ressources ligneuses dites « annexes », dans la mesure où elles présentent souvent des volumes plus faibles que les premiers, sont les suivantes :

- les vergers d'arbres fruitiers ;
- les surfaces cultivées en vigne ;
- les ressources ligneuses urbaines qui concernent le patrimoine arboré public géré par les collectivités locales (communes, ...) et le patrimoine privé (particuliers, entreprises...) ;
- les souches forestières ;
- les landes (taux de couvert des espèces arborées inférieur à 10%) ;
- les arbres épars ou arbres champêtres implantés dans l'espace agricole.

Les résultats présentés ci-après sont calculés sur la base de données et de méthodes développées à l'échelle nationale. Les résultats régionalisés constituent alors des éléments de cadrage pour des comparaisons au niveau national. Pour des usages locaux, la mobilisation de données et d'expertises locales conférerait très certainement une plus grande précision à ces estimations.

##### 3.1.1. Discussion sur la prise en compte des arbres épars en milieu agricole

Lors de la réunion interrégionale Nord-Ouest du 24 février 2009 à Angers, regroupant notamment les acteurs de l'entretien du bocage de l'Ouest de la France, il a été décidé d'exclure les arbres épars agricoles de l'évaluation du gisement de bois énergie dans la mesure où :

- les données statistiques sont lacunaires, voire inexistantes (les arbres épars ne sont plus distingués en surface dans l'enquête TERUTI-Lucas du SSP mise en œuvre depuis 2005),
- les fonctions environnementales qu'ils assurent (paysage, ombrage pour le bétail, relais pour l'avifaune, etc.) sont prépondérantes par rapport à la production de biomasse.

##### 3.1.2. Discussion sur la prise en compte des landes

Les surfaces en landes peuvent être distinguées en deux catégories : les landes naturelles stables et les landes résultant de l'abandon de terres agricoles.

Les landes naturelles représentent la plus grande partie de la surface des landes (landes à bruyère ou à fougère en Bretagne, garrigues et maquis en zone méditerranéenne). Elles correspondent à des espaces naturels au stade pré-forestier. Ils sont qualifiés de climaciques car ils évoluent peu ou pas du tout vers la forêt, en raison des conditions de sols ou du climat. L'accroissement annuel y est faible (inférieur à 1 m<sup>3</sup>/ha/an) en lien avec la faible couverture boisée (inférieure à 10 % par définition).

De manière générale, les landes naturelles constituent des milieux fragiles à forte valeur écologique (flore et faune spécifiques). La lande méditerranéenne (garrigue et maquis) assure en outre une protection efficace du sol contre l'érosion (précipitations abondantes et violentes en fin d'été), et *in fine* protège les populations des risques de crues. Ainsi, en raison de la faible productivité et des contraintes environnementales, le gisement de bois énergie dans les landes reste peu élevé, et se limite aux coupes de bois dans le cadre de la lutte contre les incendies (DFCI) en zone méditerranéenne.

Quant aux landes résultant de l'abandon de terres agricoles, il s'agit de milieux transitoires qui évoluent rapidement vers la forêt. Cette ressource sera donc ultérieurement prise en compte dans le poste « forêts ».

Les friches sont des « surfaces non comprises dans l'assolement, anciennement cultivées et non utilisées depuis plusieurs campagnes, sur lesquelles on observe des traces évidentes d'anciennes cultures » (TERUTI). En tout état de cause, aucun arbre ne peut y être récolté. Il s'agit d'espaces en transition avant l'apparition d'une lande, puis éventuellement d'une forêt si bien qu'à un stade ultérieur, ces surfaces pourraient être comptabilisées dans la disponibilité ligneuse forestière.

Les terrains vagues urbains (75 000 ha environ, TERUTI 2003) sont des espaces en attente d'affectation d'usage, principalement destinés à l'urbanisme. Ils ne sont que très faiblement arborés, sinon ils seraient classés en landes par TERUTI. Nous proposons de ne pas les considérer dans le calcul de la disponibilité.

En conclusion, et après des discussions lors des réunions interrégionales Sud-Est (Montpellier) et Centre-Est (Lyon), les surfaces en landes ne sont pas prises en compte dans l'évaluation du gisement de biomasse disponible pour l'énergie.

## 3.2. Méthodes de calcul

### 3.2.1. Viticulture et arboriculture fruitière

La méthode pour évaluer la disponibilité brute d'origine viticole ou arboricole se décompose en trois étapes : (i) évaluation des surfaces en production, (ii) évaluation de la productivité unitaire de biomasse, et (iii) ventilation des volumes disponibles.

#### 3.2.1.1. Évaluation de la surface des vignes et des vergers

Les surfaces considérées sont évaluées par région administrative à partir des données 2006 de la statistique agricole annuelle (SAA).

Les données de la SAA ont l'avantage par rapport aux données de l'enquête TERUTI-Lucas (i) de distinguer les surfaces de vergers et de vignes non productives qui ne constituent pas un gisement de biomasse valorisable, (ii) d'être plus fiables à l'échelle régionale, (iii) de distinguer les surfaces par espèces fruitières (fruits à pépins, fruits à noyau, fruits à coque...).

Dans le cadre de cette étude nationale, seules les régions où ces gisements sont significatifs seront analysées. Sont retenus dans le calcul du gisement, les régions ayant :

- au moins 1 500 ha de vignes en production : sont exclues les régions Auvergne, Limousin, Lorraine, Ile-de-France, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne, Basse-Normandie et Haute-Normandie (soit 2 171 ha) ;
- au moins 1 000 ha de vergers en production : sont exclues les régions Auvergne, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Nord-Pas-de-Calais et Franche-Comté (soit 2 169 ha).

#### 3.2.1.2. Évaluation de la productivité de biomasse

Trois ressources de bois sont distinguées pour évaluer le gisement de biomasse :

- l'entretien courant : sarments et branches fruitières ;
- le renouvellement des parcelles : ceps en viticulture, charpentières et troncs en arboriculture ;
- les arrachages nets (sans replantation) qui se traduisent à la longue par une baisse des surfaces.

Cette dernière ressource correspond à la perte de capital. Elle est par définition non durable. Toutefois, elle est prise en compte en raison de sa persistance (depuis plus de 20 ans) et parce qu'elle représente à la fois une ressource de bois (ceps, troncs) mais aussi une perte nette à intégrer dans le calcul de la ressource à venir.

Pour chaque ressource, la productivité en biomasse ligneuse des vignes et des vergers est estimée à partir d'une analyse bibliographique nationale, complétée par des données issues d'enquêtes menées auprès d'acteurs de ces filières agricoles (chambres départementales d'agriculture, centres INRA, CUMA...), principalement dans le sud de la France. Elles ont permis d'évaluer les quantités de bois sur pied et les cycles de renouvellement.

#### a) Viticulture

##### Productivité de sarments

La production de sarments peut être estimée à partir de sources bibliographiques et des informations recueillies auprès des techniciens agricoles.

Dans le vignoble bordelais, la production moyenne de sarments à 35-40 % d'humidité est comprise entre 2 et 4 t/ha selon les cépages, la densité de pied et le type de taille. Pour une densité de 6 000 pieds/ha, le rendement moyen est d'environ 3 t/ha, soit 1,8 tMS/an (SOLAGRO, 2006). En Saumurois, le gisement en plaquette à 15 % d'humidité après 6 mois de séchage est évalué à 1,2 t/ha/an pour une densité de 4 300 pieds/ha (SOLAGRO, 2008) ; valeur appliquée à la région Pays de Loire.

En Poitou-Charentes, l'antenne de Cognac de la Chambre d'agriculture 16 estime la quantité annuelle de sarments éliminés à la taille entre 2 et 2,5 t de bois brut (à 50% d'humidité), en accord avec la production de sarments d'environ 1,2 t/ha à 15% d'humidité après 6 mois de séchage (SOLAGRO, 2007).

En région Languedoc-Roussillon, la productivité de sarments de vigne est de 2,5 tonnes de bois à 15% d'humidité (Chambre d'agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008). Les organismes agricoles de Provence-Alpes-Côte d'Azur ont observé une valeur comparable, que nous appliquerons aussi à la Corse par défaut.



**Production de ceps**

En viticulture, le cycle moyen de la vigne est environ de 40 ans, soit un renouvellement moyen de 20 900 ha/an. Nous retiendrons la valeur de 2 kg de bois par cep à 15% d'humidité (Chambre d'agriculture de la Charente).

L'estimation de la disponibilité brute de biomasse provenant de l'arrachage et du renouvellement des vignes à partir du poids moyen unitaire des ceps nécessite de considérer la densité de plantation. Elle varie selon les vignobles (les seuils sont fixés dans les cahiers des charges des AOC). Nous avons retenu la densité moyenne de 5 000 ceps/ha, sauf pour les vignobles de Champagne (8 000 pieds/ha), Pays de la Loire (4 500 pieds/ha) et Aquitaine (6 000 pieds/ha).

*Tableau 24 : Estimation de la productivité des sarments et de souche par région (en tMS/ha/an)*

Régions administratives	Productivité annuelle de sarments (en tMS/ha/an)	Tonnage de souches en renouvellement et arrachage (en tMS/ha)
Alsace	1,20	8,5
Aquitaine	1,80	10,2
Bourgogne	1,20	8,5
Centre	1,20	8,5
Champagne-Ardenne	1,20	13,6
Corse	2,13	8,5
Franche-Comté	1,20	8,5
Languedoc-Roussillon	2,13	8,5
Midi-Pyrénées	1,20	8,5
Pays de la Loire	1,02	7,7
Picardie	1,20	8,5
Poitou-Charentes	1,13	8,5
Provence-Alpes-Côte d'Azur	2,13	8,5
Rhône-Alpes	1,20	8,5

**b) Arboriculture****Productivité de bois de taille par type de vergers**

Sur la base des travaux de Nesme et al. (2006), l'accroissement moyen annuel de bois est de l'ordre de 1,5 tMS par ha de verger de pommier en considérant une densité moyenne de 1 250 pommiers/ha (moyenne en verger de type semi intensif). Cette productivité moyenne nationale est appliquée à l'ensemble des vergers de fruits à pépins en raison de la similitude des itinéraires techniques de conduite (densité, irrigation...) et d'entretien, et également aux vergers de fruits à noyau (cerisiers...).

Cependant, en Languedoc-Roussillon, la production moyenne de bois de taille dans les vergers des 6 principales espèces (pommiers, poiriers, cerisiers, pruniers, pêchers, abricotiers) est évaluée à 2,3 tMS/ha/an par la Chambre régionale d'agriculture (2008). Cette valeur élevée s'explique par la forte proportion de pêchers dans la région<sup>5</sup>; espèce très vigoureuse qui produit une quantité de bois plus importante que les autres espèces. Ce coefficient de 2,3 t MS/ha est appliqué aux régions PACA, Corse et Rhône-Alpes, en raison de la part importante des pêchers dans ces régions.

En noyeraies, en l'absence d'autres références locales nous retenons comme valeur de référence nationale la productivité moyenne de 1,3 t MS/ha/an mesurée par la Chambre d'agriculture de l'Isère.

Les travaux de la FDCUMA du Gard estiment une production annuelle de biomasse d'une oliveraie à 4,25 tMS/ha (Chambre d'agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008). Cette productivité est appliquée à l'ensemble des oliveraies françaises.

**Productivité de biomasse lors des arrachages / replantations**

Le taux de renouvellement des vergers est variable selon les espèces. Les informations recueillies auprès des techniciens et les données bibliographiques indiquent des cycles de renouvellement de 18 à 25 ans pour la plupart d'entre elles. Nous retiendrons le rythme moyen de 20 ans (soit 5% par an) pour toutes les essences, sauf les noyeraies (45 ans).

<sup>5</sup> 44% des vergers des 6 principales espèces (SAA 2006).

Les châtaigniers et les oliviers sont des arbres longévifs qui, dans leur conduite traditionnelle, produisent en fin de vie du bois d'œuvre recherché. Aussi, ces deux essences ne sont pas comptabilisées dans ce gisement de biomasse pour l'énergie.

Les pratiques culturales mises en œuvre pour garantir une production fruitière optimale (irrigation, fertilisation...) limitent les stress sur les arbres, et les modes de conduite des arbres normalisés (tailles d'entretien et d'élagage) permettent de considérer un coefficient unique national. En verger semi intensif (1 000 à 1 500 arbres/ha), le plus répandu en France, le poids unitaire de la partie aérienne est d'environ 45 kg de bois frais en fin de cycle, soit une quantité de bois évaluée à 25 tMS/ha.

### 3.2.2. Ressources urbaines

Les arbres urbains ne font pas l'objet d'inventaires spécifiques tant à l'échelle nationale que régionale.

La seule source statistique disponible est l'enquête TERUTI (2004) du SSP. Elle précise la nature de l'occupation du sol au travers de deux nomenclatures, l'une physique et l'autre fonctionnelle.

La méthode développée pour évaluer la disponibilité brute d'origine urbaine se décompose en deux étapes : (i) évaluation de la surface arborée puis (ii) évaluation de la productivité unitaire de biomasse.

#### 3.2.2.1. Évaluation de la surface concernée

##### a) Sélection des codes physiques TERUTI

Les codes physiques TERUTI retenus pour l'évaluation des surfaces arborées urbaines sont les suivants : 'bosquets' (code 22), 'arbres épars' (23), 'pelouses d'agréments et autres surfaces en herbe' (68), 'haies' (72), 'cimetières' (77), 'sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire arborés' (80), 'sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire arborés' (82), 'jardins d'agréments à structure complexe' (84).

La catégorie 'sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire arborés' rassemble les espaces aréolaires damés ou imperméabilisés (goudrons, ciment, pierre...) plantés d'arbres quel que soit leur taux de couvert. Cette catégorie correspond principalement aux parkings et espaces urbains plantés d'arbres (places de ville...).

La catégorie 'sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire bordés d'arbres et d'arbustes' rassemble les sols d'au moins 3 m de large, damés ou imperméabilisés plantés d'arbres sur un ou deux côtés, quel que soit le taux de couvert des arbres. Cette catégorie correspond principalement aux routes et autoroutes.

Les 'jardins d'agrément à structure complexe' regroupent l'ensemble des espaces verts publics et privés, à l'exception des jardins familiaux potagers (code physique 67). À l'échelle nationale, 90% des jardins d'agrément concernent l'habitat privé.

##### b) Sélection des codes fonctionnels TERUTI

Afin d'éviter le double compte des formations arborées rurales (haies, bosquets, alignements...) évaluées dans la ressource forestière et bocagère, les surfaces rattachées aux catégories fonctionnelles des groupes 'secteur primaire' (productions agricoles, minières, ligneuses, piscicole - codes fonctionnels 01 à 05) et 'réseaux et routes' (réseaux ferroviaire, routier, fluvial et aérien - codes fonctionnels 08 à 12) sont exclues.

L'enquête TERUTI 2004 n'identifie pas d'éléments arborés associés au groupe fonctionnel 'secteur secondaire' (industrie, énergie - codes fonctionnels 06 et 07).

Les surfaces rattachées au code fonctionnel 'protection réelle du milieu' (code 24) ne sont pas prises en compte dans le calcul de la disponibilité brute. Elles représentent 17 000 ha en France.

Par contre, les surfaces attachées à la fonction 'absence d'usage ou non utilisation temporaire' (code fonctionnel 99) sont retenues. Ce code fonctionnel concerne principalement les haies (57 000 ha), les arbres épars (58 000 ha) et les bosquets (40 000 ha), mais aussi les jardins et pelouses (11 400 ha) et les routes et parkings arborés (7 300 ha).

Finalement, les codes fonctionnels TERUTI qui sont retenus dans l'évaluation du gisement sont :

- services (codes fonctionnels 13 à 19),
- sport (code fonctionnel 20),
- habitat privé et collectif (codes fonctionnels 21 et 22),
- absence d'usage ou non utilisation temporaire (code fonctionnel 99).

Les résultats inférieurs à 20 000 ha sont peu précis. Ils doivent donc être considérés avec réserve.

### 3.2.2.2. Évaluation de la production de biomasse

La production de biomasse ligneuse des ressources urbaines est obtenue (i) en appliquant aux surfaces concernées une densité moyenne d'arbres à l'hectare variable selon les catégories de ressources étudiées puis (ii) en affectant à ces surfaces une productivité moyenne par arbre.

Une exception à cette approche : les haies urbaines, pour lesquelles la méthode d'évaluation des disponibilités en bois est identique à celle des ressources bocagères du milieu rural.

#### a) Densité moyenne d'arbre par catégorie physique

La catégorie 'bosquet' définie par TERUTI est analogue aux formations boisées de l'IFN, dont la densité courante est d'environ 200 arbres/ha.

La catégorie 'arbres épars' de TERUTI considère les arbres isolés occupant moins de 500 m<sup>2</sup>, dont la distance de plantation peut être estimée à 10 m en moyenne, soit une densité moyenne de 100 arbres/ha.

Les autres catégories TERUTI de ressources ligneuses urbaines considérées sont des espaces à structure complexe pouvant contenir une part variable de couvert arboré. La densité d'arbres des catégories physiques 'jardins d'agrément', 'cimetières' et 'pelouses d'agrément' est délicate à préciser. Les 'pelouses d'agrément' considérées (0,86 million d'ha) sont principalement associées à l'habitat individuel (0,62 million d'ha) et aux équipements sportifs (0,16 million d'ha). Ces surfaces se caractérisent par de vastes espaces ouverts (surface en herbe ou massifs arbustifs). La densité du patrimoine arboré privatif est estimée entre 11 et 26 arbres/ha en Normandie (source : Biomasse Normandie 2008). En l'absence d'autres données, on considère une densité d'un arbre tous les 20 mètres, soit 25 pieds/ha.

Le tableau suivant résume les densités arborées retenues suivant les types d'espaces urbains.

**Tableau 25 : Densité moyenne nationale d'arbres par type d'espaces urbains**

Types d'espaces urbains	Densité arborée considérée	Modalité de calcul de la densité arborée
Bosquets	200 arbres/ha	Densité identique aux bosquets forestiers (IFN)
Arbres épars	100 arbres/ha	Espacement moyen de 10 m
Parkings arborés	45 arbres/ha	Espacement moyen de 20 m
Routes arborées	80 arbres/ha	Arbres espacés de 25 m, des deux côtés d'une chaussée de 10 m de large.
Jardins d'agrément	40 arbres/ha	Espace arboré en habitat individuel, à structure végétale complexe : espacement moyen des arbres de 15-20 m.
Pelouses d'agrément (patrimoine arboré privatif)	25 arbres/ha	Espace arboré attaché à l'habitat individuel (0,62 Mha) et aux équipements (0,16 Mha) à vastes espaces enherbés.
Cimetières	10 arbres/ha	Espaces peu arborés : espacement moyen de 30 m.

#### b) Évaluation de la productivité de biomasse

Une recherche bibliographique et des enquêtes auprès de quelques sociétés d'élagage et collectivités locales (Conseil Général de Haute-Garonne, services des espaces verts des villes de Toulouse, Niort, Poitiers, Pau, et Lorient) ont été effectuées pour estimer la productivité par arbre ou par unité de surface en milieu urbain (exprimé en bois fort, bois bûche et menu bois).

Les informations recueillies ponctuellement restent toutefois lacunaires et elles ne peuvent raisonnablement pas être extrapolées, d'autant que les méthodes de mesures ne sont pas toujours comparables.

Aussi, nous estimons la productivité des arbres urbains en utilisant la productivité moyenne régionale calculée pour les haies de futaie et en considérant une densité moyenne de 100 arbres par km de haie.

Les mètres cubes de bois sont convertis en matière sèche, sur la base d'une infradensité moyenne de 0,94 tonne de bois frais par m<sup>3</sup> de bois plein à 47% d'humidité (Bouvier, 2008), soit 0,498 tMS/m<sup>3</sup>.

Les haies considérées par TERUTI sont supposées comparables à celles de l'IFN, aussi nous leur affectons la productivité moyenne régionale estimée pour les ressources bocagères.

Tableau 26 : Productivité moyenne annuelle de la biomasse ligneuse urbaine par région

Régions administratives	HAIES URBAINES		ARBRES URBAINS	
	m <sup>3</sup> /ha	tMS/ha/an	kg de bois frais/arbre	kg MS/arbre/an
Alsace	5,1	2,54	28,7	15,2
Aquitaine	6	2,99	32,1	17
Auvergne	4,2	2,09	25,2	13,4
Basse-Normandie	5,8	2,89	35,1	18,6
Bourgogne	4	1,99	25	13,3
Bretagne	5,6	2,79	34,8	18,4
Centre	5,6	2,79	31,9	16,9
Champagne-Ardenne	5,4	2,69	33,2	17,6
Corse	3	1,49	18,2	9,6
Franche-Comté	5,1	2,54	28,7	15,2
Haute-Normandie	5,8	2,89	35,1	18,6
Ile-de-France	4,4	2,19	33,2	17,6
Languedoc-Roussillon	3	1,49	18,2	9,6
Limousin	5,1	2,54	31,5	16,7
Lorraine	5,1	2,54	28,7	15,2
Midi-Pyrénées	4	1,99	24,3	12,9
Nord - Pas-de-Calais	5,4	2,69	33,2	17,6
Pays de la Loire	5,9	2,94	35,1	18,6
Picardie	5,4	2,69	33,2	17,6
Poitou-Charentes	5,6	2,79	34,4	18,2
PACA	3	1,49	18,2	9,6
Rhône-Alpes	5,1	2,54	31,5	11,6

Les enquêtes menées auprès des collectivités fournissent des données de productivité de biomasse urbaine que nous pouvons confronter aux productivités régionales évaluées par notre méthode.

En Normandie, l'étude de Biomasse Normandie (2008) estime qu'un arbre produit annuellement de l'ordre de 43 kg de bois frais, soit + 18% par rapport à notre estimation (35 kg).

Les données de la Direction Voirie et Infrastructure du Conseil Général de Haute-Garonne révèlent une production moyenne annuelle d'environ 10 kg de branchages frais par arbre, soit une productivité annuelle totale<sup>6</sup> de bois frais de 26-28 kg par arbre, proche de notre estimation (24 kg/arbre/an).

Les données de suivi de chantiers d'élitage fournies par le Service Espaces Verts de la ville de Pau estiment la disponibilité de biomasse à 26 kg/arbre/an, contre 32 kg/arbre/an par notre méthode (+ 23%).

La ville de Lorient estime son gisement de bois d'élitage à 2 000 MAP/an pour 20 000 arbres urbains, soit une productivité annuelle de 35 kg de bois frais, identique à notre estimation pour la Bretagne.

Ainsi, les productivités régionales estimées par notre méthode sont relativement peu éloignées des données locales que nous avons pu mobiliser. Elles paraissent donc assez réalistes. On notera que les plus grands écarts observés sont probablement du même ordre de grandeur que l'incertitude sur le nombre d'arbres urbains par région évalué à partir de nos différentes hypothèses.

<sup>6</sup> Le menu bois représente 35-38% de la biomasse totale de l'arbre.

### 3.2.3. Souches forestières

#### 3.2.3.1. Objectif

L'utilisation des souches d'arbres forestiers comme source de bois énergie est encore à l'état expérimental en France (massif landais). C'est déjà une réalité en Finlande.

Les possibilités de récolte des souches forestières en France sont évaluées à la lumière des résultats connus actuellement. Les avantages et les inconvénients de leur extraction sont également discutés.

#### 3.2.3.2. Les étapes techniques de l'exploitation des souches

Afin de définir la méthode de calcul du gisement des souches, il est nécessaire d'identifier les différentes étapes de l'exploitation, depuis l'extraction jusqu'au transport vers les lieux d'utilisation.

- Type de coupes concernées : coupes rases. L'extraction des souches entraîne un certain bouleversement du sol. Elle nécessite de la place pour l'engin extracteur, et elle n'est rentable que lorsque la quantité de matériel extraite est suffisante. Tous ces facteurs sont incompatibles avec les coupes d'éclaircie,
- Méthode d'extraction des souches : cisaille hydraulique montée sur pelle mécanique. Ce système permet de diviser la souche en plusieurs quartiers. Cela permet de prélever moins de sable et de cailloux et d'accélérer le séchage ultérieur. Avec ce système, seule la souche et le départ des racines principales sont arrachées. Toutes les racines moyennes et fines sont laissées en terre,
- Séchage des souches sur le parterre de coupe pendant 3 à 6 mois : cela permet au sable et à la terre d'être en partie lavés des souches,
- Débardage bord de route : porteur lourd. Le débardage en forêt est réalisable avec les porteurs forestiers utilisés habituellement pour le débardage du bois rond mais modifiés pour cet usage : panier avec ridelles latérales pour augmenter le volume de charge, grappin adapté permettant une meilleure préhension des morceaux de souches tout en évitant de prélever du sable,
- Transport vers la chaufferie : camions poly bennes ou camions bennes auto chargeant avec grue,
- Broyage des souches : broyeur à marteaux. Le broyeur doit avoir une forte puissance. Il peut être mobile et le broyage peut être réalisé à proximité des places de dépôt, ou fixe pour un broyage sur le site de la chaufferie. Le broyage sur place de dépôt permet de limiter le fort foisonnement des souches et facilite ainsi leur transport,
- Le cahier des charges de la chaufferie impose le taux d'humidité, le pourcentage de fine et surtout le taux d'impureté (il peut atteindre 15 à 20 % de sable). Il peut donc être nécessaire de prévoir un système de criblage à la sortie du broyeur ou en entrée de chaufferie.

#### 3.2.3.3. Méthode d'estimation de la récolte des souches

A partir de ce schéma d'exploitation des souches, on déduit la nécessité de définir :

- les peuplements qui peuvent faire l'objet d'une récolte de souches : coupes rases de pin maritime (dans le massif landais sauf dunes littorales) ou peuplements de plus de 75 cm de diamètre récoltables annuellement.
- La surface annuelle de coupes rases sur laquelle pourra être réalisée la récolte des souches. Deux méthodes ont été utilisées :
  - Calcul de la surface annuelle des peuplements récoltés en coupe rase après analyse des caractéristiques des peuplements et de la structure des classes d'âge (utilisé pour les Landes de Gascogne) ;
  - Estimation de la surface de coupe rase annuelle par division de la surface totale des peuplements cibles par leur durée de révolution moyenne. Cette méthode est plus simple car elle ne tient pas compte de la distribution des classes d'âges.
- Un taux de parcelles récoltables du point de vue technique (taille de la parcelle, distance de débardage), environnemental (proximité de cours d'eau...), sociétal (consentement du propriétaire).
- Le volume moyen des souches et de la biomasse souterraine à partir d'observations réalisées sur le pin maritime et d'équations de biomasse souterraine disponibles dans la littérature (Carbofor, 2005).
- Définition du taux de récolte des souches : les moyens mécaniques mis en œuvre ne peuvent récolter la totalité de la biomasse. La biomasse effectivement récoltée sur les premières parcelles test varie ainsi de 60 à 70% de la biomasse disponible.

**3.2.3.4. Hypothèses retenues pour le calcul du gisement des souches****Tableau 27 : Récapitulatif des hypothèses de calcul utilisées pour l'estimation de la disponibilité en souches**

Critères d'analyse	Landes de Gascogne	France entière
Essence principale	Pin maritime	Pin maritime (hors Landes), Douglas, pins sylvestre et laricio, épicéa, peuplier
Types de peuplements	Plantations, Futaies régulières	
Type de coupes	Coupes rases	
Type de propriétaire	Propriétaires privés La récolte des souches en propriété publique n'est pas envisagée	
Taux de parcelles récoltables	60 %	50 %
Age d'exploitabilité théorique	Pin maritime : 45 ans	Pin maritime : 45 ans Douglas : 50 ans Pin sylvestre / laricio, épicéa : 80 ans Peuplier : 20 ans
Biomasse des souches	80 tonnes / ha	
Taux de biomasse souterraine mobilisable	60 %	50 %

**3.3. Résultats en disponibilités brutes****3.3.1. Viticulture**

A partir des données précédentes, le gisement disponible de biomasse en viticulture est évalué à 1,75 million de tonnes de matière sèche (Tableau 28).

**Tableau 28 : Disponibilité brute en viticulture par région en milliers de tMS/an**

Régions administratives	Surface en production (en ha)	Production* brute de sarments x 1000 tMS/an	Production brute par renouvellement (souche et sarments) x 1000 tMS/an	Entre plantation de ceps x 1000 tMS/an	Arrachages (souche + sarments) x 1000 tMS/an	Gisement brut total x 1000 tMS/an
Alsace	15 400	18	4	1	1	24
Aquitaine	148 900	261	45	15	9	330
Bourgogne	30 600	36	7	3	1	47
Centre	22 600	26	6	2	1	35
Champagne-Ardenne	30 100	35	11	4	2	53
Corse	6 900	14	2	1	0	17
Franche-Comté	2 400	3	1	0	0	4
Languedoc-Roussillon	262 900	545	70	22	13	650
Midi-Pyrénées	38 900	46	9	3	2	60
Pays de la Loire	37 400	37	8	3	2	50
Picardie	2 200	3	1	0	0	4
Poitou-Charentes	86 200	95	21	37	4	156
PACA	94 100	195	25	8	5	233
Rhône-Alpes	57 200	67	14	5	3	88
<b>ENSEMBLE</b>	<b>838 100</b>	<b>1 381</b>	<b>222</b>	<b>104</b>	<b>43</b>	<b>1 750</b>

\* : hors renouvellement

NB : La disponibilité brute est calculée sur la base d'un rythme d'arrachage de 4 000 ha/an, or 10 à 20 000 ha/an sont ou seront arrachés en Languedoc les 2 ou 3 prochaines années. Ces arrachages exceptionnels génèrent un gisement potentiel annuel de ceps de 212 500 tMS pratiquement non valorisé. Ce volume de bois n'est pas comptabilisé dans le gisement brut annuel des prochaines années.

### 3.3.2. Arboriculture fruitière

#### 3.3.2.1. Bois issus des tailles d'entretien des vergers

Les oliveraies (18 800 ha en production – SAA 2006) sont présentes dans les quatre régions méditerranéennes : PACA, Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes et Corse. La disponibilité brute de bois de taille d'olivier est évaluée à 80 000 tMS/an. Les noyeraies en production (16 300 ha - SAA 2006) représenteraient un gisement national de bois de taille entre 20 000 et 25 000 tMS/an. La disponibilité brute des 7 000 ha de châtaigneraies fruitières (SAA, 2006) représenterait de 9 000 à 10 000 tMS/an. Les autres vergers à fruits à coque en production (4 400 ha - SAA, 2006) représentent une disponibilité brute de bois de taille d'environ 7 000 tMS/an. Quant au gisement national de bois de taille des vergers de fruits à pépins et à noyau (hors oliveraies), il est évalué à 235 000 tMS/an.

Finalement, le gisement total de biomasse provenant de l'entretien des vergers en production est estimé à **352 000 tMS/an**. La ventilation de la disponibilité brute par région et par type de verger est en Annexe 6.

Les trois principales régions (Rhône-Alpes, PACA, Languedoc-Roussillon) concentrent 75% du gisement brut de biomasse ligneuse provenant de l'entretien des vergers au niveau national. Si l'on ajoute le Sud-Ouest, la moitié sud de la France représente 83% du gisement national.

#### 3.3.2.2. Bois issus du renouvellement et des arrachages des vergers

Le gisement brut de biomasse pour l'énergie provenant du renouvellement et des arrachages des vergers est estimé à environ **294 000 tMS/an**.

#### 3.3.2.3. Synthèse sur la disponibilité brute de l'arboriculture fruitière

Le tableau suivant récapitule les disponibilités brutes issues de l'entretien et du renouvellement des vergers.

*Tableau 29 : Disponibilité brute issue de l'entretien et du renouvellement des vergers (en milliers de tMS/an)*

Régions administratives	Taille d'entretien x 1000 tMS/an	Arrachage et renouvellement x 1000 tMS/an	Disponibilité brute totale x 1000 tMS/an
Alsace	2	2	4
Aquitaine	34	44	78
Auvergne	ns	ns	ns
Basse-Normandie	6	8	14
Bourgogne	ns	ns	ns
Bretagne	5	7	12
Centre	6	8	14
Champagne-Ardenne	ns	ns	ns
Corse	12	4	16
Franche-Comté	ns	ns	ns
Haute-Normandie	3	5	8
Ile-de-France	2	2	4
Languedoc-Roussillon	51	34	85
Limousin	5	7	12
Lorraine	3	4	6
Midi-Pyrénées	22	30	52
Nord - Pas-de-Calais	ns	ns	ns
Pays de la Loire	13	18	31
Picardie	2	3	5
Poitou-Charentes	3	5	8
PACA	114	55	169
Rhône-Alpes	71	60	131
<b>FRANCE</b>	<b>352</b>	<b>294</b>	<b>646</b>

ns : résultats non significatifs à l'échelle régionale. Les valeurs ne sont pas intégrées au total national.

NB : résultats arrondis au millier de tMS en raison des incertitudes.



Les principales régions (Rhône-Alpes, PACA, Languedoc-Roussillon) concentrent 60% du gisement brut national de biomasse en arboriculture. La moitié sud de la France représente 80% du gisement national.

### 3.3.3. Ressources urbaines

Les surfaces des espaces urbains contenant des arbres sont les suivantes (Tableau 30).

*Tableau 30 : Surface des ressources urbaines par région en hectare*

Régions administratives	Haies (ha)	Bosquets (ha)	Arbres épars (ha)	Parkings arborés (ha)	Routes arborées (ha)	Jardins d'agrément (ha)	Pelouses d'agrément (ha)	Cimetières (ha)	TOTAL (ha)
Alsace	1 100	1 500	-	1 100	-	1 800	12 800	300	18 600
Aquitaine	7 300	11 300	15 900	1 500	9 800	27 400	79 300	1 800	154 300
Auvergne	1 500	400	8 200	1 100	400	2 900	38 400	600	53 500
Basse-Normandie	3 200	1 400	4 300	400	1 000	700	44 500	700	56 200
Bourgogne	4 700	2 900	6 500	700	1 800	6 900	28 500	1 200	53 200
Bretagne	9 200	1 800	7 500	1 200	6 400	18 600	68 400	1 000	114 100
Centre	5 100	3 600	6 200	4 400	5 400	15 300	63 400	1 400	104 800
Champagne-Ardenne	3 700	400	2 200	1 900	1 200	800	17 900	800	28 900
Corse	1 100	10 000	6 300	1 500	300	3 500	1 200	400	24 300
Franche-Comté	1 100	900	2 200	700	3 000	4 400	24 300	500	37 100
Haute-Normandie	700	1 500	1 100	-	4 400	1 100	49 000	800	58 600
Ile-de-France	2 400	4 000	6 400	2 100	4 800	31 500	46 200	1 400	98 800
Languedoc-Roussillon	5 800	5 500	4 400	4 300	1 900	19 900	20 300	600	62 700
Limousin	2 500	1 100	1 800	-	1 500	3 600	25 600	300	36 400
Lorraine	2 900	1 100	6 100	700	3 200	5 100	25 800	600	45 500
Midi-Pyrénées	6 900	1 100	8 700	2 600	4 400	34 100	54 700	1 400	113 900
Nord-Pas-de-Calais	1 800	1 900	2 900	3 600	2 200	4 300	31 700	1 300	49 700
Pays de la Loire	3 700	2 900	5 800	4 400	7 200	21 900	63 700	500	110 100
Picardie	3 300	1 900	4 800	400	1 500	10 500	32 100	1 000	55 500
Poitou-Charentes	5 000	1 500	2 900	2 200	4 000	17 100	35 500	400	68 600
PACA	14 400	24 500	11 600	5 400	6 200	32 600	16 700	300	111 700
Rhône-Alpes	5 800	7 900	13 900	5 700	8 600	26 400	72 300	1 700	142 300
<b>FRANCE</b>	<b>93 200</b>	<b>89 100</b>	<b>129 700</b>	<b>45 900</b>	<b>79 200</b>	<b>290 400</b>	<b>852 300</b>	<b>19 000</b>	<b>1 598 800</b>

Les hypothèses de densité d'arbres précédentes permettent d'estimer le patrimoine arboré urbain à 72,3 millions d'arbres, soit 1,15 arbre/habitant<sup>7</sup>. Ce patrimoine arboré se décompose comme suit :

*Tableau 31 : Estimation du nombre d'arbres par types d'espaces urbains en France*

Types d'espaces urbains	Nombre d'arbres
Bosquets	17 800 000
Arbres épars	12 970 000
Parkings arborés	2 065 000
Routes arborées	6 336 000
Jardins d'agrément	11 616 000
Pelouses d'agrément	21 308 000
Cimetières	190 000
<b>TOTAL</b>	<b>72 300 000</b>

L'estimation du patrimoine arboré urbain repose sur des hypothèses de densité difficilement vérifiables à l'échelle nationale et régionale. Nous observons cependant que notre estimation du patrimoine arboré urbain en Normandie (4 millions d'arbres) est inférieure de 12% aux résultats de l'étude régionale réalisée par Biomasse Normandie (2008), soit un écart relativement faible si l'on considère les incertitudes sur les surfaces TERUTI. Cette comparaison ne permet toutefois pas de confirmer la validité des données dans les autres régions.

<sup>7</sup> Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la population française métropolitaine est de 62,5 millions d'habitants (INSEE, 2009).

Les données statistiques et les hypothèses retenues permettent d'estimer la biomasse ligneuse des arbres urbains des espaces publics et privés à près de **1,32 million de tMS/an** (Tableau 32).

*Tableau 32 : Disponibilité brute annuelle des ressources urbaines par région (en milliers de tMS)*

	Haies, arbres épars et bosquets	Parkings et routes arborés	Jardins, pelouses d'agrément et cimetières	TOTAL
Régions administratives	x 1000 tMS/an	x 1000 tMS/an	x 1000 tMS/an	x 1000 tMS/an
Alsace	7	1	6	14
Aquitaine	87	14	53	154
Auvergne	15	1	14	30
Basse-Normandie	22	2	21	45
Bourgogne	26	2	13	41
Bretagne	46	10	45	101
Centre	37	11	37	85
Champagne-Ardenne	15	3	9	27
Corse	27	1	2	30
Franche-Comté	9	4	12	25
Haute-Normandie	10	7	24	41
Ile-de-France	31	8	43	82
Languedoc-Roussillon	24	3	13	40
Limousin	13	2	13	28
Lorraine	20	4	13	37
Midi-Pyrénées	28	6	35	69
Nord - Pas-de-Calais	17	6	17	40
Pays de la Loire	32	14	46	92
Picardie	24	2	22	48
Poitou-Charentes	25	8	29	62
PACA	80	7	17	104
Rhône-Alpes	64	16	48	128
<b>FRANCE</b>	<b>659</b>	<b>132</b>	<b>532</b>	<b>1 323</b>

NB : Résultats arrondis au millier de tMS en raison des incertitudes sur les hypothèses de calcul.

### 3.3.4. Souches forestières

Le Tableau 33 donne l'estimation de la disponibilité nette en souches dans les Landes et en France.

*Tableau 33 : Estimation de la disponibilité nette en souches (tonnes / an à 50 % d'humidité sur brut)*

Essences	Landes de Gascogne	France, hors Landes de Gascogne
Pin maritime	360 000	90 000
Douglas	Sans objet	110 000
Pin sylvestre	Sans objet	85 000
Pin noir	Sans objet	40 000
Epicéa	Sans objet	60 000
Peuplier	Sans objet	190 000
<b>Total</b>	<b>360 000</b>	<b>575 000</b>
<b>Total général</b>	<b>935 000 tonnes brutes/an</b> <b>ou 465 000 tMS/an ou 2 350 MWh/an ou 200 ktep/an</b>	

La tempête de 2009 a fortement réduit ce potentiel en pin maritime à moyen terme mais tous les éléments nécessaires pour en chiffrer l'impact ne sont pas disponibles. On s'en tiendra donc à cette évaluation. Le potentiel devrait être notablement plus élevé pendant les cinq prochaines années. Parallèlement, l'abondance de bois dégradé issu des chablis limitera fortement l'intérêt de récolter cette ressource. A partir de 2013-2014, le manque de bois attendu dans le massif rendra plus aiguë la question de la récolte des souches.

Cette évaluation intègre globalement certains aspects économiques comme le taux de récolte de la biomasse souterraine. Celui-ci pourrait être augmenté avec des moyens techniques plus coûteux.

Néanmoins, d'autres aspects comme la distance de débardage et de transport ne doivent pas être trop importants sous peine de pénaliser l'opération. En effet, du fait du fort foisonnement des souches, ces deux postes représentent une part importante du coût rendu sur site

Dans l'état actuel des connaissances, et sur la base d'un coût rendu sur site de 30 à 40 € la tonne brute ou de 15 à 20 €/MWh, on peut définir les limites économiques de la récolte des souches :

- Biomasse mobilisable de 30 t/ha au minimum,
- Surface de la parcelle supérieure à 3 hectares,
- Distance de débardage inférieure à 800 m,
- Distance de transport inférieure à 80 km.

### **3.4. Discussion sur la faisabilité de mobiliser ces gisements**

#### **3.4.1. Viticulture**

##### **3.4.1.1. Utilisation des sarments de vigne**

###### **a) Enjeux du maintien de la matière organique des sols**

Le taux de matière organique (MO) des sols viticoles est généralement faible, davantage que celui des autres sols agricoles. Dans les cantons viticoles, le taux de matière organique des sols est compris entre 0,8% et 1,7% en zone méditerranéenne, en Alsace et dans le Bordelais, et entre 1,7% et 3,2% dans les autres vignobles (d'après la base de données GIS SOL-BDAT 3.2.1.0. du 11/02/2009 - <http://bdat.gissol.fr/>), soit des valeurs généralement inférieures à la teneur de 2% de MO définie par Roussel et al. (2001) pour identifier les sols déficitaires en MO.

Or, la matière organique est un élément majeur dans le contexte agri-environnemental actuel, car elle contribue à développer des agrosystèmes durables. La matière organique améliore la capacité de stockage de l'eau et la structure du sol, ce qui limite les phénomènes d'érosion, améliore la nutrition minérale des cultures et favorise l'activité biologique du sol.

Les viticulteurs en prennent conscience et modifient leurs pratiques, notamment en valorisant les sarments comme amendement organique dans les vignes. Les organismes techniques constatent le développement de cette restitution, d'autant que les travaux de recherche (ITV, 2002) montrent que les sarments, contrairement au vieux bois (cep), ne sont pas vecteurs des maladies de la vigne.

Les Chambres d'agriculture du Languedoc-Roussillon soulignent la nécessité de compenser les exportations de MO des sarments. La FDCUMA du Gard évalue le coût d'un amendement organique (compost) pour compenser les exportations de sarments à 44 €/ha épandu (Chambre d'agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008).

L'enquête Pratiques culturales (AGRESTE 2006) permet de préciser le niveau d'utilisation des sarments comme amendement organique dans les vignes par région : à l'échelle nationale, 79% des surfaces en vignes sont amendées avec les sarments.

###### **b) Approche économique de la production de sarments de vigne**

L'investissement associé à un modèle adapté de broyeur-déchetiseur pour une utilisation en CUMA (surface de 50 à 80 ha) est de l'ordre de 12 000 € HT, avec un coût de la presse évalué à 8,5 €/h (SOLAGRO, 2006).

Selon les retours d'expériences de viticulteurs alsaciens, le recours à une prestation de déchiquetage par un opérateur extérieur est évalué à environ 400 € HT/h, soit un coût de broyage de 13 €/tonne sec de sarment (SOLAGRO, 2006). Si l'on intègre les autres frais (carburant, amortissement de tracteur, filet de liage), le coût de revient est évalué pour des projets individuels auprès de viticulteurs dans le bordelais ou en Alsace est d'environ 43 €/tonne de sarments secs, avec 1,1 h de main d'œuvre/tonne (SOLAGRO, 2006).

La Chambre d'agriculture et la FDCUMA du Gard évalue le coût global de revient entre 37 et 53 € la tonne, et une recette (vente ou autoconsommation) de 50 à 65 € la tonne de bois sec (Biteau, 2008).

### 3.4.1.2. Utilisation des ceps de vigne

Les ceps de vigne, contrairement aux sarments, sont nécessairement éliminés de la parcelle pour éviter les problèmes sanitaires.

Les informations recueillies auprès des techniciens ou de viticulteurs semblent indiquer que les ceps de vigne sont en majeure partie valorisés comme bois énergie, principalement pour l'autoconsommation (les propriétaires et leur entourage). A l'inverse, les opérateurs bois énergie du Languedoc estiment que la majorité des quantités de biomasse résultant des campagnes massives d'arrachage du vignoble du Languedoc est brûlée sur place.

La vente de ceps est peu développée en raison des difficultés de sciage (teneur élevée en silice) et de transport et d'entreposage (foisonnement important). Les ceps peuvent cependant être mobilisés dans des filières locales, notamment pour les inserts.

Les discussions en réunions interrégionales Sud-Est et Sud-Ouest confirment les interrogations soulevées par la valorisation des ceps en bois déchiqueté. Le taux élevé de silice du bois de vigne entraîne la production de mâchefer problématique dans les chaufferies automatiques<sup>8</sup>. La partie souterraine du cep de vigne est généralement souillée, voire incrustée de cailloux, ce qui déqualifie le produit.

D'autres opérateurs de la filière et l'Administration s'interrogent sur les risques de santé publique liés à la manipulation des ceps de vigne contenant des résidus de traitement phytosanitaire (métaux lourds, ...) susceptibles d'être libérés, soit lors du broyage ou de la manutention des plaquettes (inhalation de poussières par le personnel), soit via les fumées après combustion - avec risque de concentration en zone urbaine. Les sarments seraient moins concernés par ce risque car leur écorce lisse est moins propice à l'incrustation des résidus.

Des études techniques et sanitaires seraient nécessaires afin de mieux évaluer la faisabilité de la mobilisation des ceps. Cet enjeu est particulièrement important en Languedoc-Roussillon compte tenu de l'important gisement résultant des politiques actuelles d'arrachages massifs.

## 3.4.2. Arboriculture fruitière

### 3.4.2.1. Bois provenant de la taille d'entretien

La capacité à mobiliser le bois de taille d'entretien pour l'énergie varie selon le groupe d'espèces, sous l'influence de la fréquence des tailles (diamètre des coupes) et des risques phytosanitaires.

La taille d'entretien des noyers et châtaigniers (tous les 3 à 4 ans) fournit une quantité de bois importante (6 à 8 t/ha/cycle) dont les caractéristiques de diamètre et de longueur permettent la production de plaquettes de qualité dans de bonnes conditions technico-économiques (rendement élevé du chantier de déchiquetage).

Les tailles d'entretien des arbres fruitiers à noyau (pruniers, pêchers, cerisiers, oliviers) consistent surtout en l'éclaircissage des houppiers par suppression de branches de 2 à 5 ans, ce qui procure également un bois propice à la fabrication de plaquettes. Des essais de matériel de ramassage de bois de taille réalisés par la FDCUMA du Gard semblent indiquer que la valorisation de cette biomasse est envisageable à court terme. Ce gisement de biomasse provenant de l'entretien des vergers de fruits à noyau est donc mobilisable.

La taille d'entretien des vergers de fruits à pépins (pommiers, poiriers) consiste essentiellement en l'élimination de courtes brindilles surnuméraires et de fines branches de 2 ou 3 ans : ceci génère une forte proportion de très petits bois (moins de 5 cm de diamètre) qui est peu propice à leur transformation (queues de déchiquetage, rendement du broyage peu élevé). Nous proposons de ne pas considérer ce gisement comme disponible pour l'énergie. En outre, ce menu bois constitue un amendement organique sur des sols à faible teneur en MO, d'autant que les risques phytosanitaires sont faibles (sauf attaques de feu bactérien).

### 3.4.2.2. Bois provenant du renouvellement et de l'arrachage des vergers

Les fruitiers à noyau et à coque sont exclusivement renouvelés par arrachage. La totalité de la biomasse de ces vergers, y compris la souche, est donc disponible pour l'énergie.

En dehors du tronc (0,7 à 1,5 m de haut) et les charpentières, le bois issu du renouvellement des vergers de fruits à pépins et à noyaux est globalement très branchu et tordu, et de diamètre réduit (moins de 18 cm). Ces caractéristiques ne sont pas compatibles avec une commercialisation en bûches. Le renouvellement de ces vergers produit du bois principalement commercialisable en bois déchiqueté.

<sup>8</sup> La production de mâchefer serait réduite en approvisionnant les installations avec des bois d'origine diversifiée.

### 3.4.2.3. Approche économique de la mobilisation des bois de vergers

Comme en viticulture, les interventions de taille et d'abattage des arbres fruitiers sont obligatoires. Les frais de mobilisation du bois pour l'énergie sont donc limités aux frais de broyage et de manutention (stockage, livraison, séchage). En l'absence d'expériences de mobilisation de la biomasse des vergers sous forme de bois déchiqueté, nous nous référons au coût de mobilisation évalué en viticulture.

### 3.4.3. Ressource urbaines

Le menu bois d'élagage des arbres publics est aujourd'hui principalement orienté vers les plates-formes de compostage en mélange avec les autres déchets verts (tonte, feuilles), permettant de produire un compost équilibré. La mobilisation des bois d'élagage à des fins énergétiques est souvent souhaitable, car ils entraînent un excès de structurant sur les plates-formes de compostage. Seul le menu bois des élagages de printemps ne peut être mobilisé pour l'énergie en raison de la présence de feuillage, mais ce volume reste mineur (certainement moins de 20% de la disponibilité brute totale).

Essence principalement implantée dans l'espace urbain public en alignement, le platane est susceptible d'être inutilisable comme bois énergie dans la moitié sud de la France (Languedoc, Provence et agglomération lyonnaise notamment) en raison des foyers de chancre coloré. Les données statistiques disponibles ne permettent pas d'évaluer le volume de bois qu'il conviendrait de déduire de la disponibilité brute. Seules des études régionales ou locales pourraient permettre d'appréhender les volumes indisponibles en raison des risques de propagation des maladies (chancres et autres).

La mobilisation du bois d'origine urbaine ne génère pas de frais supplémentaires en amont ou au cours du chantier de taille et d'abattage des arbres urbains. Les modalités d'abattage et de façonnage du bois (mise en sécurité, dégagement des façades...) sont identiques par rapport aux destinations actuelles du bois (compostage...). Économiquement, le coût de mobilisation du bois pour l'énergie est donc limité aux frais de broyage et de manutention (stockage, livraison, séchage). Par exemple, la mairie de Pau évalue le coût de revient 'entrée chaufferie' du bois issu des élagages et abattages d'arbres urbains à environ 47 €/HT/t de bois sec (prix calculé hors frais de personnel d'élagage et d'abattage obligatoires). Ce prix, relativement faible, reste conditionné au regroupement du bois sur des plates-formes communales.

Un critère supplémentaire en faveur de la mobilisation des bois des ressources urbaines est le désir des collectivités territoriales de mettre en œuvre et d'afficher une politique « verte » auprès de leurs administrés.

### 3.4.4. Souches forestières

#### 3.4.4.1. Avantages de la récolte des souches

L'extraction des souches présente des intérêts techniques et économiques :

- Avantages techniques et sylvicoles :
  - Réduction des problèmes phytosanitaires liés au Fomes (pourridié racinaire) et à l'hylobe (*hylobius abietis*) par l'extraction et l'évacuation des souches,
  - Accélération des travaux de régénération qui peuvent être réalisés 1 an après l'exploitation contre deux à trois ans en moyenne sans extraction des souches,
  - Facilitation et réduction des coûts des travaux de préparation du sol, de plantation et d'entretien des reboisements.

L'extraction des souches est déjà réalisée dans un certain nombre de cas et uniquement pour son intérêt sylvicole dans le cadre (i) des travaux de préparation du sol pour la plantation et (ii) d'amélioration des conditions des travaux d'entretien des jeunes plantations.

- Intérêt énergétique et économique :
  - Valorisation énergétique d'une ressource de biomasse actuellement inexploitée, non concurrente des usages en cours (bois de trituration), de l'ordre de 2,35 TWh/an,
  - Stockage possible sur une longue période (supérieure à 3 ans) : pas de risque de pourritures et de pertes de qualité énergétique contrairement aux branches,
  - Forte siccité des souches qui peut atteindre 70 % après six mois de stockage et pouvoir calorifique (PCI) intéressant pour une valorisation énergétique : 3,6 MWh par tonne pour une siccité de 70 % ce qui en fait un bon combustible pour la période hivernale,
  - Création de valeur et d'emplois dans l'ensemble du bassin d'approvisionnement des sites utilisateurs.

### 3.4.4.2. Difficultés et inconvénients de la récolte des souches

La récolte des souches n'est cependant pas toujours aussi facile que dans les Landes de Gascogne et elle pose des questions dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles.

- Difficultés techniques :
  - Le taux de sable ou de terre est important dans les souches. Leur utilisation nécessite la mise au point de moyens spécifiques de « dessablage » en forêt. L'utilisation des souches pourrait parfois se révéler impossible du fait de la proportion de terre trop importante,
  - Nécessité de cribler le combustible avant son utilisation dans les chaudières,
  - Le taux de foisonnement est important. Il grève fortement le coût de transport.
- Interrogations sur le caractère durable de l'extraction des souches :
  - La récolte des souches entraîne une exportation supplémentaire de minéralomasse,
  - Elle contribue à diminuer le stock de carbone des sols. Celui-ci tend à se reconstituer en quelques années mais cette dynamique est d'autant plus lente que les bouleversements du sol sont importants,
  - Le bouleversement des sols induit par la récolte des souches entraîne une minéralisation accrue de la matière organique et une libération supplémentaire d'éléments minéraux (P, K, voire Ca). Ce phénomène est bien connu dans les coupes rases (effet de flush). Dans les pays scandinaves, les sols ont un humus très peu minéralisé (type mor, moder). Ils sont moins sensibles à l'extraction des souches. A contrario, sous nos latitudes, la richesse chimique des sols est principalement fixée par la matière organique. Sur les sols très sableux, cette minéralisation risque d'entraîner un fort lessivage des éléments minéraux et donc un appauvrissement notable des sols,
  - Déstructuration des habitats de la microflore et la microfaune du sol avec un risque de perte de biodiversité. Ce risque est toutefois limité par la seule récolte des éléments racinaires les plus grossiers qui sont moins riches que les racines fines en éléments organiques assimilables.

Des études sont en cours en Aquitaine pour mieux quantifier l'impact du prélèvement des souches et les moyens de remédier à leurs effets négatifs (projet SYLVOGENE).

En Scandinavie par exemple, le retour en forêt des cendres de combustion sous forme de granulés permet de restituer au sol les éléments minéraux prélevés (projet RECASH du programme Européen LIFE).

### 3.4.4.3. Conclusions sur la faisabilité de la mobilisation des souches forestières

En France la biomasse valorisable en énergie à partir du bois de souche est estimée en première approche à un maximum de 935 000 tonnes par an (siccité 50%) soit un équivalent en énergie primaire de 200 ktep / an (2,35 TWh/an), le pin maritime représentant à lui seul 50% du gisement.

A titre de comparaison, en 2007 en Finlande il a été utilisé 1,24 TWh de combustible souche, les perspectives maximum en Finlande pour ce type de combustible sont de 3,75 TWh en 2025 (Kärhä, 2007).

Des recherches complémentaires sont néanmoins nécessaires pour envisager la récolte des souches forestières d'un point de vue technique, économique et durable. Elles doivent notamment viser :

- La réduction des taux d'impuretés (sable),
- La mise au point de techniques de traitement du combustible sur sites industriels : broyage, criblage,
- La détermination de l'impact du dessouchage sur la sylviculture et sur la fertilité des sols à moyen et long terme,
- L'évaluation de la faisabilité de la valorisation des cendres des chaufferies sous la forme d'engrais pour un retour en forêt des minéraux prélevés. Les cendres de chaudières à biomasse sur les sites classés ICPE sont considérées actuellement en France comme un déchet. Elles doivent faire l'objet d'un plan d'épandage avec arrêté préfectoral pour pouvoir être valorisées comme amendement en forêt. Cependant, l'épandage est interdit si le pH du sol est inférieur à 5, ce qui élimine toute possibilité pour le massif landais (pH du sol de l'ordre de 4,5). Il est à noter qu'il n'y a pas de réglementation pour les petites chaufferies dans les établissements qui ne sont pas classés ICPE. Pour accroître l'utilisation des énergies renouvelables et la valorisation énergétique de la biomasse, une évolution de cette réglementation en France pourrait être envisagée.

## 4. Des pistes pour des améliorations futures

Les chiffres publiés dans le présent rapport sont le fruit de calculs sous hypothèses. Ils comportent de fait une incertitude relative liée à la précision des données disponibles, aux méthodes mises en œuvre et aux hypothèses retenues.

Les valeurs attribuées aux différentes hypothèses sont calées au plus juste des connaissances disponibles (i) au moment de l'étude et (ii) aux échelles considérées. Cependant, ces valeurs, mais aussi les méthodes retenues, sont ouvertes au débat, pour autant que cela permette de réduire l'incertitude des estimations.

Plusieurs améliorations méthodologiques sont attendues dans un futur proche, parmi lesquelles :

### **a) Mieux évaluer les prélèvements de bois actuels**

Actuellement le plus grand facteur d'incertitude dans l'évaluation des disponibilités supplémentaires est certainement l'évaluation de la consommation de bois de feu des ménages. L'approche mise en œuvre mobilise les données existantes mais elles restent rares, tant à l'échelle nationale qu'aux échelles locales. La réalisation d'enquêtes sur les volumes et l'origine des bois consommés est par conséquent souhaitable.

En parallèle, l'IFN teste depuis 2007 la faisabilité d'une estimation directe des prélèvements de bois en forêt sur la base de son échantillon statistique classique. Si le test s'avérait concluant, et l'inventaire des prélèvements mis en œuvre en routine (dans ce cas les premiers résultats seraient disponibles courant 2011), cela permettrait de réduire une grande part de l'incertitude en garantissant que les estimations des volumes prélevés et des volumes sur pied (y compris les accroissements biologiques) ont strictement la même définition.

### **b) Diversifier les types de scénarios dans le contexte de développement des usages biomasse**

Pour l'évaluation des disponibilités brutes, l'hypothèse retenue considère que les types de gestion et les préconisations sylvicoles actuels sont maintenus. Concrètement, cela signifie (i) que les futaies sont régénérées en futaie, les taillis en taillis, etc. et (ii) que les pratiques sylvicoles assignées à chacun de ces types de gestion restent les mêmes.

Cette hypothèse peut être qualifiée de conservative dans un contexte de développement rapide de la demande en bois énergie. En effet, les peuplements actuellement en déséquilibre (forêts peu ou pas gérées, mélanges pauvres, taillis vieillissants) pourraient être régénérés au profit de systèmes plus adaptés pour la production de biomasse. Des réflexions sur l'évolution des modes de conduite sylvicole dans un contexte d'utilisation accrue de biomasse ont été initiées récemment, notamment dans le cadre de l'expertise collective BIO-2 sous l'égide d'ECOFOR. Il était trop tôt au moment de l'étude pour formuler des hypothèses chiffrées.

### **c) Mieux estimer les volumes dans les compartiments de l'arbre**

L'évaluation du volume dans les houppiers s'effectue de manière indirecte, par différence entre deux tarifs de cubage indépendants : (i) le tarif Carbofor qui donne le volume total aérien et (ii) le tarif IFN qui estime le volume bois fort de la tige. Le volume des houppiers est alors entaché de toute l'incertitude des deux tarifs.

Le projet EMERGE (Elaboration de Modèles pour une Estimation Robuste et Générique du bois Energie) soutenu par l'ANR et engagé en décembre 2008 devrait permettre d'ici les prochaines années de lever une partie de cette incertitude par la mise au point de tarifs de cubage délivrant des volumes définis de manière univoque pour des découpes variables dans la tige et dans les houppiers.

### **d) Evaluation plus précise de la disponibilité brute dans les haies bocagères**

Dans un futur proche, la ressource bocagère sera mieux évaluée avec la prise en compte des données issues de la seconde phase de l'inventaire de l'IFN (inventaire terrain) et la stratification (lien statistique entre la première phase de photo-interprétation et la seconde de terrain). Ces informations n'étaient pas toutes disponibles au moment de l'étude compte tenu du changement méthodologique majeur survenu à l'IFN très récemment. Le rythme de croisière du nouvel outil statistique IFN sera atteint en juin 2010. Le linéaire de haies, sa ventilation par type de haie et les volumes de bois sur pied calculés par l'IFN seront alors pleinement mobilisables, ce qui permettra de mieux évaluer la disponibilité brute d'origine bocagère.



L'évaluation de la disponibilité brute repose également sur l'amélioration de la connaissance de la productivité des haies et des facteurs qui l'influencent (rythmes d'exploitation, modalités d'entretien...). Les références sont en cours d'acquisition dans le grand ouest, sous l'impulsion des réseaux régionaux des opérateurs du bocage. Des avancées dans de nombreuses régions sont envisageables à courte échéance sous l'effet du développement des filières locales de valorisation du bois énergie d'origine bocagère.

#### ***e) Elargir le champ d'analyse des contraintes environnementales***

L'évaluation du risque de tassement des sols forestiers (induit par le passage des engins d'exploitation) n'a pu être réalisée dans la présente étude en raison de l'absence, à ce jour, d'informations consolidées à l'échelle nationale. A court terme, le guide PROSOL, (à paraître aux éditions ONF) proposera une méthode de diagnostic du risque de tassement à partir d'une analyse de la texture et du taux d'humidité des sols. Il comprendra également un guide à destination des gestionnaires avec des recommandations sur les systèmes d'exploitation les plus adaptés en fonction des contextes spécifiques.

A la manière dont la sensibilité à une réduction de fertilité minérale est traitée dans l'étude, ces éléments devraient permettre de qualifier le risque de tassement de la ressource décrite par les données de l'IFN et de mieux identifier les peuplements dans lesquels des récoltes supplémentaires pourraient être envisagées raisonnablement.

Une évaluation plus exhaustive des risques environnementaux induits par la récolte accrue de biomasse en forêt, et notamment celle des menus bois riches en éléments minéraux, est nécessaire. Elle devra prendre en compte de manière intégrée les risques de tassement et de réduction de la richesse minérale. Les impacts d'une diminution de la quantité de bois mort en forêt devraient également être pris en compte.

#### ***f) Affiner les hypothèses économiques***

L'analyse économique développée dans l'étude fixe des hypothèses (i) sur les coûts d'exploitation correspondant aux modes d'exploitation considérés les plus probables compte tenu des caractéristiques des peuplements, (ii) sur des prix moyens des bois (sur pied, bord de route) en fonction des types d'usages.

Ces hypothèses sont définies sur la base des informations disponibles à l'échelle nationale (prix du bois) et de l'expertise engrangée au FCBA (modes d'exploitation et leurs coûts associés).

Parmi les perspectives d'amélioration les plus prometteuses figurent le projet de mise en place d'un observatoire des prix des bois (sur pied, bord de route, rendu sur site) par France Bois Forêt qui concernerait à la fois les forêts publiques et privées.

En outre, des études ad hoc pourraient être engagées avec les acteurs régionaux pour (i) ajuster nos hypothèses à la variabilité des situations rencontrées localement et (ii) tester la robustesse des hypothèses moyennes nationales qui ont été retenues dans l'étude.

#### ***g) Modéliser le consentement des propriétaires forestiers privés à offrir du bois***

Nous avons indiqué que la décision d'offre de bois de la part des propriétaires privées n'était pas prise en compte dans l'étude. En effet, connaissances, données et modèles permettant (i) de qualifier les propriétés privées et (ii) de caractériser les déterminants du comportement d'offre des propriétaires dans une étude de dimension nationale sont encore insuffisantes.

Différents travaux ont été engagés très récemment dans le but de mieux cerner cet important facteur limitant de la mise sur le marché de volumes de bois supplémentaires, tant sous la forme de questions de recherche (deux thèses ont été initiées par le LEF fin 2008 sur ces problématiques, une troisième débutera fin 2009), que de la constitution par le CNPPF en 2009 d'un observatoire économique de la forêt privée (RESOFOP, réseau d'observation économique de la forêt privée).

## 5. ANNEXES

### SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : Disponibilités forestières brutes par groupe d'essences.....	1
Annexe 2 : Disponibilités forestières brutes par catégorie de propriété.....	2
Annexe 3 : Part régionalisée de BIBE lié à l'exploitation du BO en forêt.....	3
Annexe 4 : Linéaire estimé par type de haie et par région bocagère.....	4
Annexe 5 : Synthèse des disponibilités brutes de BIBE et de MB en forêt, peupleraies et haies.....	5
Annexe 6 : Détail des disponibilités brutes en arboriculture.....	6
Annexe 7 : Synthèse des disponibilités brutes d'origine viticole, arboricole et urbaine.....	7
Annexe 8 : Consommation de bois énergie des ménages (résidences principales en 2006).....	8
Annexe 9 : Evaluation des prélèvements actuels de bois d'origine forestière.....	9
Annexe 10 : Evaluation des prélèvements actuels de bois d'origine populicole et bocagère.....	10
Annexe 11 : Origine des bois consommés par les ménages pour leur chauffage.....	11
Annexe 12 : Prix du bois sur pied.....	12
Annexe 13 : Prix du bois bord de route.....	12
Annexe 14 : Disponibilités technico-économiques nettes par type de ressource.....	13
Annexe 15 : Disponibilités technico-économiques nettes forestières par propriété.....	14
Annexe 16 : Taux d'exploitabilité de la disponibilité forestière.....	15
Annexe 17 : Disponibilités supplémentaires régionales par type de ressource.....	16
Annexe 18 : Disponibilités nettes et supplémentaires par régions bocagères.....	17
Annexe 19 : Disponibilités nettes et supplémentaires par régions populicoles.....	18
Annexe 20 : Variation de la disponibilité suppl. de forêts à une variation du prix bord de route du BIBE ....	19
Annexe 21 : Lexique.....	20
Annexe 22 : Acronymes et abréviations.....	23
Annexe 23 : Facteurs de conversion.....	24
Annexe 24 : Bibliographie.....	25
Annexe 25 : Régionalisation des découpes potentielles BO et BIBE en forêt.....	27
Annexe 26 : Classes d'exploitabilité de la ressource forestière.....	28
Annexe 27 : Clé de détermination de la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales.....	29

**Annexe 1: Disponibilités forestières brutes par groupe d'essences**

Régions administratives	DISPONIBILITE BRUTE x 1000 m <sup>3</sup> /an						DISPONIBILITE BRUTE ktep/an					
	BIBE			MB			BIBE			MB		
	feuillus	résineux	total	feuillus	résineux	total	feuillus	résineux	total	feuillus	résineux	total
ALSACE	1 035	603	1 638	221	143	364	243	114	357	52	27	79
AQUITAINE	4 405	2 345	6 751	758	572	1 330	1 034	442	1 476	178	108	286
AUVERGNE	2 334	1 777	4 111	425	354	779	548	335	883	100	67	166
BASSE-NORMANDIE	705	ns	865	120	ns	153	165	ns	196	28	ns	34
BOURGOGNE	4 082	607	4 690	756	156	912	958	114	1 073	177	29	207
BRETAGNE	1 394	508	1 902	257	97	353	327	96	423	60	18	78
CENTRE	3 855	678	4 532	658	134	793	905	128	1 033	155	25	180
CHAMPAGNE-ARDENNE	2 853	443	3 296	546	81	627	670	83	753	128	15	143
CORSE	1 046	242	1 288	199	44	243	245	46	291	47	8	55
FRANCHE-COMTE	2 660	1 019	3 678	518	243	762	624	192	816	122	46	168
HAUTE-NORMANDIE	1 158	ns	1 304	204	ns	234	272	ns	299	48	ns	53
ILE-DE-FRANCE	1 365	ns	1 422	225	ns	234	320	ns	331	53	ns	55
LANGUEDOC-ROUSSILLON	2 267	899	3 166	547	182	729	532	169	702	128	34	163
LIMOUSIN	2 670	761	3 431	464	162	626	627	143	770	109	31	139
LORRAINE	2 880	1 062	3 942	595	236	830	676	200	876	140	44	184
MIDI-PYRENEES	4 886	695	5 581	903	146	1 049	1 147	131	1 278	212	28	240
NORD-PAS-DE-CALAIS	530	ns	541	91	ns	93	125	ns	127	21	ns	22
PAYS DE LA LOIRE	1 225	402	1 626	215	87	303	288	76	363	50	16	67
PICARDIE	1 606	ns	1 738	287	ns	312	377	ns	402	67	ns	72
POITOU-CHARENTES	1 574	170	1 745	298	35	333	370	32	402	70	7	77
PACA	1 461	1 788	3 248	360	286	646	343	337	680	84	54	138
RHONE-ALPES	4 846	2 715	7 561	1 008	644	1 652	1 138	511	1 649	237	121	358
<b>FRANCE</b>	<b>50 836</b>	<b>17 220</b>	<b>68 056</b>	<b>9 654</b>	<b>3 701</b>	<b>13 356</b>	<b>11 935</b>	<b>3 243</b>	<b>15 178</b>	<b>2 267</b>	<b>697</b>	<b>2 964</b>

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

ns : non significatif

**Annexe 2 : Disponibilités forestières brutes par catégorie de propriété**

Régions administratives	DISPONIBILITE BRUTE x 1000 m³/an						DISPONIBILITE BRUTE ktep/an					
	BIBE			MB			BIBE			MB		
	Publique	Privée	Total	Publique	Privée	Total	Publique	Privée	Total	Publique	Privée	Total
ALSACE	1 186	452	1 638	272	92	364	256	101	357	58	20	79
AQUITAINE	582	6 168	6 751	131	1 199	1 330	127	1 349	1 476	28	258	286
AUVERGNE	670	3 441	4 111	122	657	779	144	739	883	26	140	166
BASSE-NORMANDIE	214	651	865	33	119	153	48	148	196	7	27	34
BOURGOGNE	426	4 107	4 690	65	727	912	97	936	1 073	15	165	207
BRETAGNE	ns	1 747	1 902	ns	322	353	ns	390	423	ns	72	78
CENTRE	1 324	3 366	4 532	258	654	793	303	770	1 033	59	148	180
CHAMPAGNE-ARDENNE	1 219	2 078	3 296	226	401	627	278	475	753	52	92	143
CORSE	382	906	1 288	66	177	243	83	208	291	14	41	55
FRANCHE-COMTE	1 797	1 882	3 678	365	397	762	400	416	816	80	87	168
HAUTE-NORMANDIE	341	963	1 304	61	172	234	77	223	299	14	40	53
ILE-DE-FRANCE	410	1 011	1 422	64	170	234	95	236	331	15	40	55
LANGUEDOC-ROUSSILLON	992	2 174	3 166	233	496	729	215	487	702	51	112	163
LIMOUSIN	ns	3 306	3 431	ns	597	626	ns	744	770	ns	133	139
LORRAINE	2 454	1 488	3 942	530	300	830	548	328	876	118	66	184
MIDI-PYRENEES	1 045	4 536	5 581	222	827	1 049	229	1 049	1 278	49	191	240
NORD-PAS-DE-CALAIS	192	350	541	29	63	93	45	82	127	7	15	22
PAYS DE LA LOIRE	167	1 459	1 626	31	272	303	37	327	363	7	60	67
PICARDIE	438	1 300	1 738	70	242	312	100	302	402	16	56	72
POITOU-CHARENTES	ns	1 656	1 745	ns	318	333	ns	382	402	ns	73	77
PACA	1 149	2 099	3 248	242	404	646	235	445	680	50	88	138
RHONE-ALPES	1 667	5 894	7 561	395	1 257	1 652	354	1 295	1 649	84	274	358
<b>FRANCE</b>	<b>17 023</b>	<b>51 033</b>	<b>68 056</b>	<b>3 493</b>	<b>9 863</b>	<b>13 356</b>	<b>3 746</b>	<b>11 432</b>	<b>15 178</b>	<b>766</b>	<b>2 198</b>	<b>2 964</b>

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

ns : non significatif

**Annexe 3 : Part régionalisée de BIBE lié à l'exploitation du BO en forêt**

Régions administratives	BIBE lié physiquement au BO*	BIBE lié induit par l'exploitation économique du BO**
ALSACE	66%	76%
AQUITAINE	49%	66%
AUVERGNE	46%	64%
BASSE-NORMANDIE	42%	61%
BOURGOGNE	34%	63%
BRETAGNE	38%	56%
CENTRE	32%	56%
CHAMPAGNE-ARDENNE	48%	75%
CORSE	56%	66%
FRANCHE-COMTE	50%	73%
HAUTE-NORMANDIE	44%	62%
ILE-DE-FRANCE	37%	63%
LANGUEDOC-ROUSSILLON	30%	43%
LIMOUSIN	35%	59%
LORRAINE	60%	73%
MIDI-PYRENEES	32%	57%
NORD-PAS-DE-CALAIS	57%	74%
PAYS DE LA LOIRE	37%	59%
PICARDIE	43%	69%
POITOU-CHARENTES	18%	38%
PACA	43%	50%
RHONE-ALPES	43%	64%
<b>FRANCE</b>	<b>42%</b>	<b>62%</b>

\* BIBE lié physiquement au BO = lien physique : BIBE et BO sont prélevés sur les mêmes individus

\*\* BIBE lié induit par l'exploitation économique du BO = lien physique et économique : l'exploitation du BO permet de mobiliser le BIBE dans des arbres des mêmes peuplements mais qui ne comportent pas de BO (arbres de taillis des mélanges).

**Annexe 4 : Linéaire estimé par type de haie et par région bocagère**

Linéaire de haies productives par type de haie et par région bocagère, exprimé en milliers de km

Région ou interrégion bocagère	Haies arbustives productives	Taillis	Mixte	Futaie	Total
AQUITAINE	1	23	7	7	38
AUVERGNE	-	16	10	12	38
BASSE-NORMANDIE	2	30	21	22	76
BOURGOGNE	7	17	9	10	43
BRETAGNE	4	27	33	24	87
CENTRE	1	16	13	6	35
LIMOUSIN	1	14	10	12	37
MEDITERRANEE	-	18	8	15	41
MIDI-PYRENEES	1	26	21	20	68
NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE-HAUTE-NORMANDIE	1	20	7	17	45
NORD-EST	1	17	7	6	31
PAYS DE LA LOIRE	-	42	22	30	93
POITOU-CHARENTES	2	25	9	22	58
RHONE-ALPES	-	18	9	9	36
<b>FRANCE</b>	<b>21</b>	<b>307</b>	<b>186</b>	<b>210</b>	<b>723</b>

Avec,

Interrégion MEDITERRANEE :

- Languedoc-Roussillon,
- Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Corse

Interrégion NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE-HAUTE-NORMANDIE :

- Ile-de-France,
- Picardie,
- Nord-Pas-de-Calais,
- Champagne-Ardenne,
- Haute-Normandie

Interrégion NORD-EST :

- Alsace,
- Lorraine,
- Franche-Comté

**Annexe 5 : Synthèse des disponibilités brutes de BIBE et de MB en forêt, peupleraies et haies**

Disponibilités brutes moyennes annuelles sur la période 2006-2020

Régions administratives	DISPONIBILITE BRUTE EN BIBE					DISPONIBILITE BRUTE EN MB				
	x 1000 m <sup>3</sup> /an				ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an				ktep/an
	FORET	PEUPL.	HAIE	TOTAL	TOTAL	FORET	PEUPL.	HAIE	TOTAL	TOTAL
ALSACE	1 638	ns	ns	1 656	361	364	ns	ns	374	81
AQUITAINE	6 751	55	143	6 949	1 516	1 330	24	77	1 431	306
Auvergne	4 111	ns	102	4 229	907	779	ns	55	841	180
BASSE-NORMANDIE	865	ns	281	1 153	259	153	ns	151	307	68
BOURGOGNE	4 690	ns	109	4 835	1 102	912	ns	59	987	222
BRETAGNE	1 902	ns	313	2 243	496	353	ns	169	534	117
CENTRE	4 532	ns	126	4 695	1 066	793	ns	68	876	197
CHAMPAGNE-ARDENNE	3 296	34	ns	3 367	767	627	15	ns	661	150
CORSE	1 288	ns	ns	1 291	292	243	ns	ns	245	55
FRANCHE-COMTE	3 678	ns	ns	3 724	826	762	ns	ns	786	173
HAUTE-NORMANDIE	1 304	ns	ns	1 334	306	234	ns	ns	250	57
ILE-DE-FRANCE	1 422	ns	ns	1 441	335	234	ns	ns	244	56
LANGUEDOC-ROUSSILLON	3 166	ns	ns	3 211	711	729	ns	ns	752	168
LIMOUSIN	3 431	ns	121	3 559	798	626	ns	65	694	154
LORRAINE	3 942	ns	ns	3 989	886	830	ns	ns	855	189
MIDI-PYRENEES	5 581	ns	174	5 787	1 321	1 049	ns	94	1 157	262
NORD-PAS-DE-CALAIS	541	ns	ns	637	144	93	ns	ns	139	30
PAYS DE LA LOIRE	1 626	84	352	2 062	453	303	36	189	528	114
PICARDIE	1 738	65	ns	1 843	421	312	28	ns	361	81
POITOU-CHARENTES	1 745	ns	206	1 991	453	333	ns	111	461	104
PACA	3 248	ns	ns	3 286	688	646	ns	ns	666	143
RHONE-ALPES	7 561	ns	88	7 672	1 672	1 652	ns	47	1 710	370
<b>FRANCE</b>	<b>68 056</b>	<b>547</b>	<b>2 352</b>	<b>70 955</b>	<b>15 778</b>	<b>13 356</b>	<b>236</b>	<b>1 267</b>	<b>14 858</b>	<b>3 278</b>

NB : les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

ns : non significatif ; PEUPL. = peupleraies



## Annexe 6 : Détail des disponibilités brutes en arboriculture

Bois issus des tailles d'entretien des vergers (ns : non significatif)

Régions administratives	Fruits à pépins x 1000 tMS/an	Fruits à noyau x 1000 tMS/an	Oliviers x 1000 tMS/an	Fruits à coque x 1000 tMS/an	TOTAL x 1000 tMS/an
Alsace	1	1	0	0	2
Aquitaine	7	17	0	9	33
Auvergne	ns	ns	ns	ns	ns
Basse-Normandie	6	ns	0	0	6
Bourgogne	ns	ns	ns	ns	ns
Bretagne	5	0	0	0	5
Centre	5	ns	0	ns	6
Champagne-Ardenne	ns	ns	ns	ns	ns
Corse	ns	2	7	3	12
Franche-Comté	ns	ns	ns	ns	ns
Haute-Normandie	3	ns	0	0	3
Ile-de-France	1	ns	0	ns	2
Languedoc-Roussillon	6	30	14	2	51
Limousin	4	ns	0	1	5
Lorraine	ns	2	0	0	3
Midi-Pyrénées	9	8	0	5	22
Nord - Pas-de-Calais	ns	ns	ns	ns	ns
Pays de la Loire	12	ns	0	ns	13
Picardie	2	ns	0	0	2
Poitou-Charentes	2	ns	0	1	3
PACA	34	25	54	1	114
Rhône-Alpes	13	38	5	15	71
<b>France</b>	<b>111</b>	<b>124</b>	<b>80</b>	<b>37</b>	<b>352</b>

Bois issus du renouvellement et des arrachages de vergers (ns : non significatif)

Régions administratives	Surface de vergers considérée (en ha)	Renouvellement x 1000 tMS/an	Arrachages x 1000 tMS/an	Gisement total x 1000 tMS/an
Alsace	1 000	2	0	2
Aquitaine	22 100	36	8	44
Auvergne	ns	ns	ns	ns
Basse-Normandie	3 700	6	2	8
Bourgogne	ns	ns	ns	ns
Bretagne	3 300	6	1	7
Centre	3 800	7	2	8
Champagne-Ardenne	ns	ns	ns	ns
Corse	1 700	3	1	4
Franche-Comté	ns	ns	ns	ns
Haute-Normandie	2 100	4	1	5
Ile-de-France	1 100	2	0	2
Languedoc-Roussillon	16 000	28	6	34
Limousin	3 300	5	2	7
Lorraine	1 800	3	1	4
Midi-Pyrénées	14 800	24	6	30
Nord - Pas-de-Calais	ns	ns	ns	ns
Pays de la Loire	8 500	14	3	18
Picardie	1 300	2	1	3
Poitou-Charentes	2 200	4	1	5
PACA	26 000	45	10	55
Rhône-Alpes	30 500	49	11	60
<b>France</b>	<b>143 200</b>	<b>239</b>	<b>55</b>	<b>294</b>

NB1 : en raison des incertitudes concernant les surfaces effectivement renouvelées par région et les coefficients appliqués, les résultats par région sont arrondis à la centaine d'hectares et au millier de tonnes.

NB2 : hors châtaigniers et oliveraies.

**Annexe 7 : Synthèse des disponibilités brutes d'origine viticole, arboricole et urbaine**

Régions administratives	Viticulture (ktep/an)	Arboriculture fruitière (ktep/an)	Ressources urbaines (ktep/an)	Gisement brut total (ktep/an)
Alsace	6	2	10	18
Aquitaine	66	34	132	232
Auvergne	13	ns	ns	13
Basse-Normandie	19	6	ns	25
Bourgogne	18	ns	19	37
Bretagne	43	5	ns	48
Centre	37	6	14	57
Champagne-Ardenne	12	ns	21	33
Corse	13	7	7	27
Franche-Comté	11	ns	2	13
Haute-Normandie	18	3	ns	21
Ile-de-France	35	2	ns	37
Languedoc-Roussillon	17	37	260	314
Limousin	12	5	ns	17
Lorraine	16	3	ns	19
Midi-Pyrénées	30	22	24	76
Nord - Pas-de-Calais	17	ns	ns	17
Pays de la Loire	40	13	20	73
Picardie	21	2	2	25
Poitou-Charentes	27	3	62	92
PACA	45	73	93	211
Rhône-Alpes	55	56	35	146
<b>France</b>	<b>569</b>	<b>278</b>	<b>700</b>	<b>1 547</b>

ns : non significatif

**Annexe 8 : Consommation de bois énergie des ménages (résidences principales en 2006)**

Régions administratives	Consommation des résidences principales en 2006	
	X 1000 m <sup>3</sup>	En ktep
Alsace	880	193
Aquitaine	1 953	429
Auvergne	1 263	277
Basse-Normandie	1 019	224
Bourgogne	1 126	247
Bretagne	1 430	314
Centre	1 440	316
Champagne-Ardenne	1 221	268
Corse	605	133
Franche comté	1 233	270
Haute-Normandie	871	191
Ile de France	1 317	289
Languedoc-Roussillon	834	183
Limousin	825	181
Lorraine	1 187	260
Midi-Pyrénées	1 667	366
Nord-Pas de Calais	1 100	241
Pays de la Loire	1 332	292
Picardie	1 063	233
Poitou-Charentes	1 257	276
PACA	1 330	292
Rhône-Alpes	2 303	505
<b>France</b>	<b>27 258</b>	<b>5 980</b>

Source : CEREN, 2009

**Annexe 9 : Evaluation des prélèvements actuels de bois d'origine forestière**Prélèvements d'origine forestière en milliers de m<sup>3</sup>/an

Régions administratives	FORETS								
	Bois Energie x 1000 m <sup>3</sup> /an			Bois d'Industrie x 1000 m <sup>3</sup> /an			Bois Energie et Bois d'Industrie x 1000 m <sup>3</sup> /an		
	Feuillus	Résineux	Total	Feuillus	Résineux	Total	Feuillus	Résineux	Total
ALSACE	637	34	671	77	144	221	714	177	891
AQUITAINE	1 343	71	1 414	514	2 807	3 321	1 857	2 877	4 735
AUVERGNE	944	50	993	68	260	328	1 012	309	1 321
BASSE-NORMANDIE	527	28	555	135	83	217	662	110	772
BOURGOGNE	847	45	892	317	370	687	1 164	415	1 579
BRETAGNE	827	44	871	10	86	96	838	129	967
CENTRE	1 042	55	1 096	309	329	638	1 350	384	1 734
CHAMPAGNE-ARDENNE	896	47	943	652	277	930	1 548	325	1 872
CORSE	500	26	526	3	0	3	503	26	529
FRANCHE-COMTE	926	49	974	190	400	590	1 116	449	1 564
HAUTE-NORMANDIE	617	32	650	220	68	288	837	101	937
ILE-DE-FRANCE	921	48	970	82	23	106	1 004	72	1 075
LANGUEDOC-ROUSSILLON	612	32	644	51	263	315	663	296	959
LIMOUSIN	607	32	639	567	276	843	1 174	308	1 482
LORRAINE	881	46	928	904	358	1 262	1 785	404	2 189
MIDI-PYRENEES	1 201	63	1 264	395	183	578	1 595	247	1 842
NORD - PAS-DE-CALAIS	658	35	693	49	17	66	707	52	759
PAYS DE LA LOIRE	704	37	741	50	161	211	754	198	952
PICARDIE	740	39	779	442	59	502	1 183	98	1 281
POITOU-CHARENTES	798	42	840	175	125	300	973	167	1 140
PACA	868	46	913	38	321	359	906	366	1 272
RHONE-ALPES	1 657	87	1 744	90	219	308	1 746	306	2 052
<b>FRANCE</b>	<b>18 753</b>	<b>987</b>	<b>19 740</b>	<b>5 338</b>	<b>6 829</b>	<b>12 167</b>	<b>24 091</b>	<b>7 816</b>	<b>31 907</b>

Estimations réalisées à partir des données EAB (moyenne 2005-2007) et CEREN (2006)

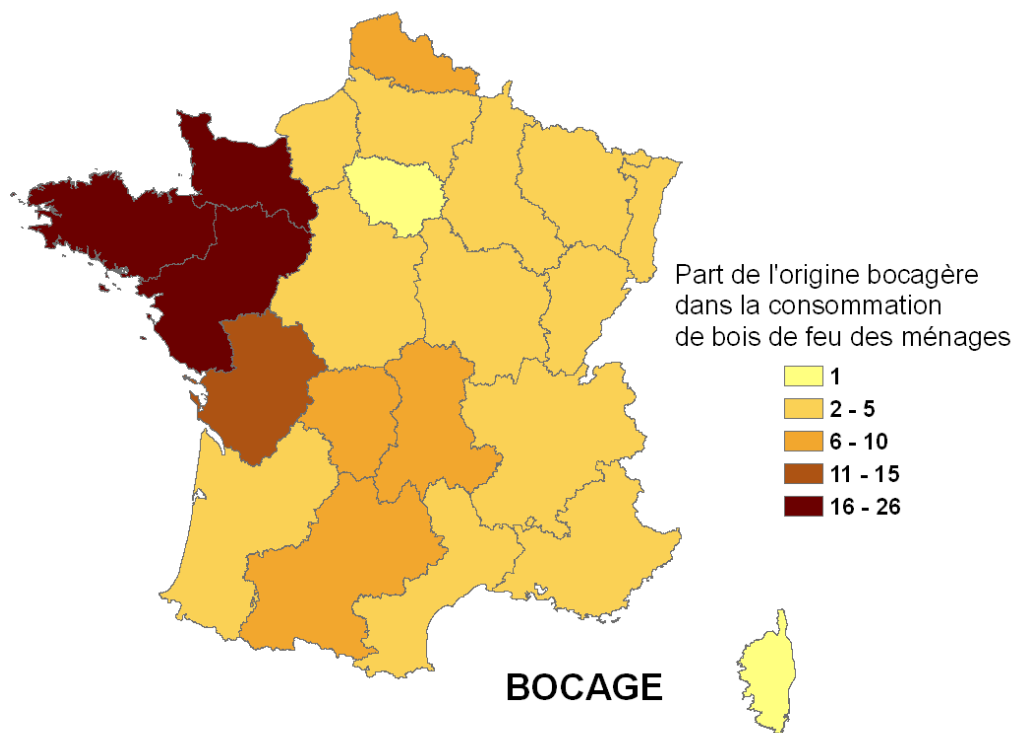
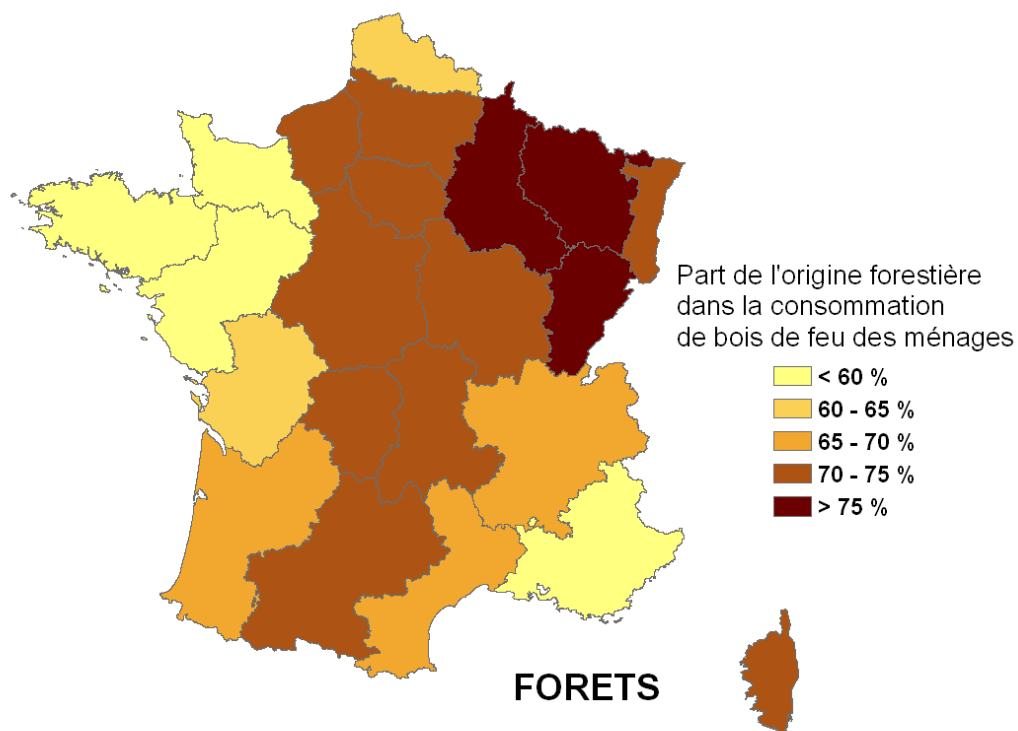
**Annexe 10 : Evaluation des prélèvements actuels de bois d'origine populicole et bocagère**Prélèvements d'origine populicole et bocagère en milliers de m<sup>3</sup>/an

Régions administratives	PEUPLERAIES			HAIES
	Bois Energie x 1000 m <sup>3</sup> /an	Bois d'Industrie x 1000 m <sup>3</sup> /an	Bois Energie et Bois d'Industrie x 1000 m <sup>3</sup> /an	Bois Energie x 1000 m <sup>3</sup> /an
ALSACE	1	3	3	29
AQUITAINE	14	20	34	75
AUVERGNE	8	2	9	100
BASSE-NORMANDIE	4	1	5	283
BOURGOGNE	9	8	17	57
BRETAGNE	11	3	14	258
CENTRE	10	10	20	69
CHAMPAGNE-ARDENNE	14	6	21	31
CORSE	0	0	0	4
FRANCHE-COMTE	2	2	5	51
HAUTE-NORMANDIE	1	2	3	31
ILE-DE-FRANCE	7	1	8	10
LANGUEDOC-ROUSSILLON	2	0	2	21
LIMOUSIN	2	1	2	63
LORRAINE	2	3	5	40
MIDI-PYRENEES	9	11	20	99
NORD - PAS-DE-CALAIS	44	19	63	76
PAYS DE LA LOIRE	31	4	35	259
PICARDIE	26	44	71	33
POITOU-CHARENTES	15	18	33	150
PACA	0	1	1	39
RHONE-ALPES	9	12	21	69
<b>FRANCE</b>	<b>222</b>	<b>170</b>	<b>392</b>	<b>1 845</b>

Estimations réalisées à partir des données EAB (moyenne 2005-2007) et CEREN (2006)

**Annexe 11 : Origine des bois consommés par les ménages pour leur chauffage**

Estimation à partir des hypothèses élaborées dans l'étude.



**Annexe 12 : Prix du bois sur pied**

Groupe d'essences	Classe de diamètre	Prix de retrait (€ / m <sup>3</sup> )	Prix moyen observé (€ / m <sup>3</sup> )	Prix maximal observé (€ / m <sup>3</sup> )
Chêne	25 et moins	7	9	12
	30 à 45 cm	27	34	42
	50 et plus	102	116	132
Hêtre	25 et moins	7	9	13
	30 à 35 cm	14	22	28
	40 et plus	34	65	95
Sapin	20 et moins	4	6	11
	25 et plus	30	39	50
Epicéa	20 et moins	6	8	13
	25 et plus	31	39	48
Pin maritime	20 et moins	5	8	11
	25 et plus	20	25	27
Pin sylvestre	20 et moins	4	5	10
	25 et plus	20	26	32
Taillis tous feuillus	toutes	6	9	12

Source ONF : Séries de prix de vente du bois sur pied de 1990 à 2005 - Agreste

Pour les autres feuillus, faute de référence, on a adopté comme prix moyen du bois d'œuvre celui du hêtre.

**Annexe 13 : Prix du bois bord de route**

Catégories	Produits	Essence	Prix du bois (€/m <sup>3</sup> plein)
BO	Bois d'œuvre	Chêne	145
		Hêtre	59
		Autres feuillus	85
		Peuplier	47
		Sapin Epicéa	54
		Pin maritime	44
		Pin sylvestre	40
		Douglas	63
		Autres conifères	41
BIBE	Bois d'industrie	Feuillus	27
	Bois énergie	Résineux	28
		Toutes essences	41
	<b>Moyenne BIBE</b>	<b>Moyenne</b>	<b>34</b>

Source : Enquête sur la valeur finale des produits bord de route - Agreste



## Annexe 14 : Disponibilités technico-économiques nettes par type de ressource

Les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

Résultats exprimés en milliers de m<sup>3</sup>/an (ns : non significatif ; FEU. = feuillus ; RES. = résineux ; TOT. = total ; PEUP. = peupleraie)

	BIBE exploitable (x 1000 m³/an)					MB exploitable (x 1000 m³/an)					Total BIBE exploit.	Total MB exploit.
Régions administratives	FORET			PEUP.	HAIE	FORET			PEUP.	HAIE		
	FEU.	RES.	TOT.			FEU.	RES.	TOT.				
Alsace	799	425	1 223	ns	ns	108	35	143	ns	ns	1 241	153
Aquitaine	2 968	1 970	4 938	50	141	407	119	526	19	77	5 128	622
Auvergne	1 210	1 054	2 264	ns	102	159	75	233	ns	55	2 381	294
Basse-Normandie	557	ns	653	ns	276	62	ns	70	ns	151	936	224
Bourgogne	3 231	454	3 684	ns	100	486	67	553	ns	59	3 816	625
Bretagne	1 142	326	1 467	ns	306	153	30	183	ns	169	1 798	362
Centre	3 449	410	3 859	ns	125	460	45	505	ns	68	4 017	586
Champagne-Ardenne	2 388	339	2 727	30	ns	396	36	433	12	ns	2 794	464
Corse	181	67	248	ns	ns	26	5	31	ns	ns	251	33
Franche-Comté	1 909	760	2 669	ns	ns	300	137	437	ns	ns	2 713	461
Haute-Normandie	949	ns	1 058	ns	ns	123	ns	133	ns	ns	1 087	149
Ile-de-France	1 162	ns	1 194	ns	ns	159	ns	162	ns	ns	1 212	171
Languedoc-Roussillon	746	362	1 108	ns	ns	112	35	147	ns	ns	1 152	170
Limousin	1 918	531	2 449	ns	120	259	43	301	ns	65	2 575	369
Lorraine	2 412	854	3 266	ns	ns	377	52	429	ns	ns	3 312	454
Midi-Pyrénées	2 320	290	2 610	ns	172	343	38	381	ns	94	2 810	485
Nord-Pas de Calais	470	ns	475	ns	ns	66	ns	66	ns	ns	565	108
Pays de la Loire	1 066	307	1 373	76	352	139	20	159	29	189	1 800	377
Picardie	1 358	ns	1 449	59	ns	201	ns	210	22	ns	1 547	254
Poitou-Charentes	1 353	120	1 473	ns	203	197	14	211	ns	111	1 712	336
PACA	565	356	921	ns	ns	100	24	124	ns	ns	959	144
Rhône-Alpes	1 514	719	2 233	ns	88	259	94	353	ns	47	2 342	409
France	33 665	9 676	43 341	492	2 316	4 893	899	5 792	189	1 267	46 149	7 247

Résultats exprimés en ktep/an (ns : non significatif ; FEU. = feuillus ; RES. = résineux ; TOT. = total ; PEUP. = peupleraie)

	BIBE exploitable (ktep/an)					MB exploitable (ktep/an)					Total BIBE exploit.	Total MB exploit.
Régions administratives	FORET			PEUP.	HAIE	FORET			PEUP.	HAIE		
	FEU.	RES.	TOT.			FEU.	RES.	TOT.				
Alsace	188	80	267	ns	ns	25	7	32	ns	ns	271	34
Aquitaine	697	371	1068	7	31	96	22	118	3	17	1106	138
Auvergne	284	199	483	ns	22	37	14	51	ns	12	507	64
Basse-Normandie	131	ns	149	ns	61	15	ns	16	ns	33	211	50
Bourgogne	758	85	844	ns	22	114	13	127	ns	13	871	142
Bretagne	268	61	329	ns	67	36	6	42	ns	37	400	80
Centre	810	77	887	ns	27	108	9	117	ns	15	919	133
Champagne-Ardenne	561	64	625	5	ns	93	7	100	2	ns	637	106
Corse	42	13	55	ns	ns	6	1	7	ns	ns	56	7
Franche-Comté	448	143	591	ns	ns	70	26	96	ns	ns	601	101
Haute-Normandie	223	ns	243	ns	ns	29	ns	31	ns	ns	250	34
Ile-de-France	273	ns	279	ns	ns	37	ns	38	ns	ns	282	40
Languedoc-Roussillon	175	68	243	ns	ns	26	7	33	ns	ns	253	38
Limousin	450	100	550	ns	26	61	8	69	ns	14	578	83
Lorraine	566	161	727	ns	ns	89	10	98	ns	ns	737	104
Midi-Pyrénées	545	55	599	ns	38	81	7	88	ns	21	641	110
Nord-Pas de Calais	110	ns	111	ns	ns	16	ns	16	ns	ns	128	23
Pays de la Loire	250	58	308	11	77	33	4	36	4	42	397	82
Picardie	319	ns	336	9	ns	47	ns	49	3	ns	353	57
Poitou-Charentes	318	23	340	ns	45	46	3	49	ns	24	390	75
PACA	133	67	200	ns	ns	23	4	28	ns	ns	208	32
Rhône-Alpes	355	135	491	ns	19	61	18	79	ns	10	513	90
France	7 904	1 822	9 726	74	510	1 149	169	1 318	28	279	10 310	1 625

**Annexe 15 : Disponibilités technico-économiques nettes forestières par propriété**

Les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224) ;  
ns = non significatif

X 1000 m <sup>3</sup> /an	BIBE forêt exploitable (x 1000 m <sup>3</sup> /an)					MB forêt exploitable (x 1000 m <sup>3</sup> /an)				
Régions administratives	Domaniale	Autre publique	Total publique	Privée	Total	Domaniale	Autre publique	Total Publique	Privée	Total
Alsace	241	658	899	324	1 223	18	80	97	46	143
Aquitaine	92	182	274	4 664	4 938	15	26	41	485	526
Auvergne	ns	215	363	1 901	2 264	ns	16	24	209	233
Basse-Normandie	150	ns	163	490	653	8	ns	8	62	70
Bourgogne	388	683	1 070	2 614	3 684	54	108	162	391	553
Bretagne	ns	ns	120	1 347	1 467	ns	ns	Ns	170	183
Centre	300	ns	358	3 501	3 859	27	ns	34	471	505
Champagne-Ardenne	367	655	1 022	1 706	2 727	55	97	153	280	433
Corse	ns	ns	60	188	248	ns	ns	6	25	31
Franche-Comté	190	1 164	1 354	1 315	2 669	31	183	214	224	437
Haute-Normandie	252	ns	283	775	1 058	26	ns	29	104	133
Ile-de-France	272	ns	332	862	1 194	31	ns	40	123	162
Languedoc-Roussillon	200	197	397	710	1 108	26	25	52	95	147
Limousin	ns	ns	ns	2 343	2 449	ns	ns	Ns	289	301
Lorraine	706	1 305	2 011	1 255	3 266	77	182	259	170	429
Midi-Pyrénées	124	244	368	2 242	2 610	21	32	54	327	381
Nord-Pas de Calais	ns	ns	168	307	475	ns	ns	20	47	66
Pays de la Loire	ns	ns	139	1 234	1 373	ns	ns	7	152	159
Picardie	310	ns	354	1 095	1 449	32	ns	37	174	210
Poitou-Charentes	ns	ns	77	1 396	1 473	ns	ns	Ns	203	211
PACA	47	127	174	747	921	8	20	28	96	124
Rhône-Alpes	61	281	342	1 891	2 233	9	52	60	293	353
<b>France</b>	<b>4 351</b>	<b>6 084</b>	<b>10 435</b>	<b>32 906</b>	<b>43 341</b>	<b>495</b>	<b>861</b>	<b>1 356</b>	<b>4 436</b>	<b>5 792</b>

En ktep/an	BIBE forêt exploitable (ktep/an)					MB forêt exploitable (ktep/an)				
Régions administratives	Domaniale	Autre publique	Total publique	Privée	Total	Domaniale	Autre publique	Total Publique	Privée	Total
Alsace	52	144	196	72	267	4	18	22	10	32
Aquitaine	17	39	57	1011	1068	3	6	9	109	118
Auvergne	ns	44	77	405	483	ns	4	5	46	51
Basse-Normandie	34	ns	37	112	149	2	Ns	2	14	16
Bourgogne	88	157	245	599	844	12	25	37	89	127
Bretagne	ns	ns	26	304	329	ns	Ns	3	39	42
Centre	69	ns	82	805	887	6	Ns	8	109	117
Champagne-Ardenne	83	151	234	391	625	13	23	35	65	100
Corse	ns	ns	12	43	55	ns	Ns	1	6	7
Franche-Comté	41	261	302	290	591	7	41	47	49	96
Haute-Normandie	57	ns	64	179	243	6	Ns	7	24	31
Ile-de-France	63	ns	77	201	279	7	Ns	9	29	38
Languedoc-Roussillon	43	43	85	158	243	6	6	11	22	33
Limousin	ns	ns	ns	528	550	ns	Ns	ns	66	69
Lorraine	154	297	451	276	727	18	42	60	39	98
Midi-Pyrénées	28	54	81	518	599	5	7	12	76	88
Nord-Pas de Calais	ns	ns	39	72	111	ns	Ns	5	11	16
Pays de la Loire	ns	ns	31	277	308	ns	Ns	2	35	36
Picardie	71	ns	81	255	336	7	Ns	8	40	49
Poitou-Charentes	ns	ns	17	323	340	ns	Ns	2	47	49
PACA	10	27	37	162	200	2	4	6	22	28
Rhône-Alpes	12	60	72	419	491	2	11	13	66	79
<b>France</b>	<b>969</b>	<b>1 357</b>	<b>2 326</b>	<b>7 400</b>	<b>9 726</b>	<b>112</b>	<b>194</b>	<b>306</b>	<b>1 012</b>	<b>1 318</b>

**Annexe 16 : Taux d'exploitabilité de la disponibilité forestière**

Ventilée par catégorie de propriété (ns : non significatif)

Régions administratives	Part de BIBE forestier exploitable					Part de MB forestier exploitable				
	Domaniale	Autre publique	Total publique	Privée	Total	Domaniale	Autre publique	Total publique	Privée	Total
Alsace	71%	78%	76%	72%	75%	24%	40%	36%	50%	39%
Aquitaine	87%	38%	47%	76%	73%	55%	25%	31%	40%	40%
Auvergne	ns	45%	54%	55%	55%	ns	18%	20%	32%	30%
Basse-Normandie	76%	ns	76%	75%	76%	25%	Ns	23%	52%	46%
Bourgogne	82%	80%	81%	78%	79%	59%	65%	63%	60%	61%
Bretagne	ns	ns	77%	77%	77%	ns	Ns	43%	53%	52%
Centre	83%	ns	84%	85%	85%	51%	Ns	52%	65%	64%
Champagne-Ardenne	84%	84%	84%	82%	83%	66%	68%	67%	70%	69%
Corse	ns	ns	16%	21%	19%	ns	Ns	9%	14%	13%
Franche-Comté	89%	74%	75%	70%	73%	70%	57%	59%	56%	57%
Haute-Normandie	82%	ns	83%	80%	81%	47%	Ns	48%	60%	57%
Ile-de-France	86%	ns	81%	85%	84%	62%	Ns	62%	72%	69%
Languedoc-Roussillon	37%	44%	40%	33%	35%	21%	23%	22%	19%	20%
Limousin	Ns	ns	ns	71%	71%	ns	Ns	Ns	48%	48%
Lorraine	80%	83%	82%	84%	83%	38%	56%	49%	57%	52%
Midi-Pyrénées	36%	35%	35%	49%	47%	26%	23%	24%	40%	36%
Nord-Pas de Calais	Ns	ns	88%	88%	88%	ns	Ns	68%	73%	72%
Pays de la Loire	Ns	ns	83%	85%	84%	ns	Ns	23%	56%	53%
Picardie	83%	ns	81%	84%	83%	52%	Ns	52%	72%	68%
Poitou-Charentes	Ns	ns	87%	84%	84%	ns	Ns	48%	64%	63%
PACA	10%	19%	15%	36%	28%	9%	13%	11%	24%	19%
Rhône-Alpes	18%	21%	21%	32%	30%	11%	16%	15%	23%	21%
<b>France</b>	<b>66%</b>	<b>58%</b>	<b>61%</b>	<b>64%</b>	<b>64%</b>	<b>38%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>	<b>45%</b>	<b>43%</b>

Ventilée par groupe d'essence (ns : non significatif)

Régions administratives	Part de BIBE forestier exploitable			Part de MB forestier exploitable		
	Feuillus	Résineux	Total	Feuillus	Résineux	Total
Alsace	77%	70%	75%	49%	25%	39%
Aquitaine	67%	84%	73%	54%	21%	40%
Auvergne	52%	59%	55%	37%	21%	30%
Basse-Normandie	79%	ns	76%	51%	ns	46%
Bourgogne	79%	75%	79%	64%	43%	61%
Bretagne	82%	64%	77%	60%	31%	52%
Centre	89%	60%	85%	70%	34%	64%
Champagne-Ardenne	84%	76%	83%	73%	45%	69%
Corse	17%	28%	19%	13%	11%	13%
Franche-Comté	72%	75%	73%	58%	56%	57%
Haute-Normandie	82%	ns	81%	60%	ns	57%
Ile-de-France	85%	ns	84%	71%	ns	69%
Languedoc-Roussillon	33%	40%	35%	21%	19%	20%
Limousin	72%	70%	71%	56%	26%	48%
Lorraine	84%	80%	83%	63%	22%	52%
Midi-Pyrénées	47%	42%	47%	38%	26%	36%
Nord-Pas de Calais	89%	ns	88%	73%	ns	72%
Pays de la Loire	87%	77%	84%	65%	23%	53%
Picardie	85%	ns	83%	70%	ns	68%
Poitou-Charentes	86%	71%	84%	66%	40%	63%
PACA	39%	20%	28%	28%	8%	19%
Rhône-Alpes	31%	26%	30%	26%	15%	21%
<b>France</b>	<b>66%</b>	<b>56%</b>	<b>64%</b>	<b>51%</b>	<b>24%</b>	<b>43%</b>

## Annexe 17 : Disponibilités supplémentaires régionales par type de ressource

Les résultats Aquitaine concernent la seule disponibilité en bois vert suite à la tempête Klaus (voir § 224).

Quand les résultats sont négatifs, il est prudent de considérer qu'il n'y a pas de disponibilités supplémentaires.

(Avec : ns = non significatif ; FEUIL. = feuillus ; RES. = résineux ; TOT. = total ; PEUP. = peupleraie)

Régions administratives	BIBE supplémentaire (x 1000 m³/an)						MB supplémentaire (x 1000 m³/an)					
	FORET			PEUP.	HAIE	TOT.	FORET			PEUP.	HAIE	TOT.
	FEUIL.	RES.	TOT.				FEUIL.	RES.	TOT.			
Alsace	85	247	332	ns	ns	318	108	35	143	ns	ns	153
Aquitaine	1 110	-907	203	15	66	285	407	119	526	19	77	622
Auvergne	199	745	943	ns	2	951	159	75	233	ns	55	294
Basse-Normandie	-105	ns	-119	ns	-8	-125	62	ns	70	ns	151	224
Bourgogne	2 067	39	2 105	ns	43	2 163	486	67	553	ns	59	625
Bretagne	304	196	500	ns	48	559	153	30	183	ns	169	362
Centre	2 099	26	2 125	ns	56	2 195	460	45	505	ns	68	586
Champagne-Ardenne	841	14	855	10	ns	870	396	36	433	12	ns	464
Corse	-322	41	-281	ns	ns	-282	26	5	31	ns	ns	33
Franche-Comté	793	312	1 105	ns	ns	1 093	300	137	437	ns	ns	461
Haute-Normandie	112	ns	120	ns	ns	116	123	ns	133	ns	ns	149
Ile-de-France	159	ns	119	ns	ns	119	159	ns	162	ns	ns	171
Languedoc-Roussillon	83	66	149	ns	ns	170	112	35	147	ns	ns	170
Limousin	743	223	966	ns	56	1 027	259	43	301	ns	65	369
Lorraine	627	450	1 076	ns	ns	1 078	377	52	429	ns	ns	454
Midi-Pyrénées	725	43	768	ns	73	849	343	38	381	ns	94	485
Nord-Pas de Calais	-237	ns	-284	ns	ns	-332	66	ns	66	ns	ns	108
Pays de la Loire	311	109	421	40	93	554	139	20	159	29	189	377
Picardie	175	ns	167	-12	ns	162	201	ns	210	22	ns	254
Poitou-Charentes	380	-47	333	ns	53	390	197	14	211	ns	111	336
PACA	-341	-10	-351	ns	ns	-352	100	24	124	ns	ns	144
Rhône-Alpes	-232	413	181	ns	18	199	259	94	353	ns	47	409
<b>France</b>	<b>9 574</b>	<b>1 860</b>	<b>11 434</b>	<b>101</b>	<b>471</b>	<b>12 005</b>	<b>4 893</b>	<b>899</b>	<b>5 792</b>	<b>189</b>	<b>1 267</b>	<b>7 247</b>

Régions administratives	BIBE supplémentaire (ktep/an)						MB supplémentaire (ktep/an)					
	FORET			PEUP.	HAIE	TOT.	FORET			PEUP.	HAIE	TOT.
	FEUIL.	RES.	TOT.				FEUIL.	RES.	TOT.			
Alsace	20	47	66	ns	ns	63	25	7	32	ns	ns	34
Aquitaine	261	-171	90	2	15	107	96	22	118	3	17	138
Auvergne	47	140	187	ns	1	188	37	14	51	ns	12	64
Basse-Normandie	-25	ns	-27	ns	-2	-29	15	ns	16	ns	33	50
Bourgogne	485	7	493	ns	9	504	114	13	127	ns	13	142
Bretagne	71	37	108	ns	11	120	36	6	42	ns	37	80
Centre	493	5	498	ns	12	512	108	9	117	ns	15	133
Champagne-Ardenne	197	3	200	1	ns	203	93	7	100	2	ns	106
Corse	-76	8	-68	ns	ns	-68	6	1	7	ns	ns	7
Franche-Comté	186	59	245	ns	ns	242	70	26	96	ns	ns	101
Haute-Normandie	26	ns	28	ns	ns	27	29	ns	31	ns	ns	34
Ile-de-France	37	ns	30	ns	ns	30	37	ns	38	ns	ns	40
Languedoc-Roussillon	19	12	32	ns	ns	36	26	7	33	ns	ns	38
Limousin	175	42	217	ns	12	229	61	8	69	ns	14	83
Lorraine	147	85	232	ns	ns	232	89	10	98	ns	ns	104
Midi-Pyrénées	170	8	178	ns	16	196	81	7	88	ns	21	110
Nord-Pas de Calais	-56	ns	-64	ns	ns	-74	16	ns	16	ns	ns	23
Pays de la Loire	73	21	94	6	20	120	33	4	36	4	42	82
Picardie	41	ns	40	-2	ns	39	47	ns	49	3	ns	57
Poitou-Charentes	89	-9	80	ns	12	93	46	3	49	ns	24	75
PACA	-80	-2	-82	ns	ns	-82	23	4	28	ns	ns	32
Rhône-Alpes	-55	78	23	ns	4	27	61	18	79	ns	10	90
<b>France</b>	<b>2 248</b>	<b>350</b>	<b>2 598</b>	<b>15</b>	<b>104</b>	<b>2 717</b>	<b>1 149</b>	<b>169</b>	<b>1 318</b>	<b>28</b>	<b>279</b>	<b>1 625</b>

## Annexe 18 : Disponibilités nettes et supplémentaires par régions bocagères

### Disponibilités technico-économiques nettes d'origine bocagère

Régions ou interrégions bocagères	BIBE		Menu Bois		BIBE + Menus Bois	
	x 1000 m³/an	ktep/an	x 1000 m³/an	ktep/an	x 1000 m³/an	ktep/an
AQUITAINE	141	31	77	17	218	48
AUVERGNE	102	22	55	12	157	35
BASSE-NORMANDIE	276	61	151	33	427	94
BOURGOGNE	100	22	59	13	158	35
BRETAGNE	306	67	169	37	475	104
CENTRE	125	27	68	15	192	42
LIMOUSIN	120	26	65	14	185	41
MEDITERRANEE	79	17	43	9	122	27
MIDI-PYRENEES	172	38	94	21	266	58
NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE HAUTE-NORM.	147	32	81	18	228	50
NORD-EST	99	22	55	12	153	34
PAYS DE LA LOIRE	352	77	189	42	541	119
POITOU-CHARENTES	203	45	111	24	314	69
RHONE-ALPES	88	19	47	10	135	30
<b>FRANCE</b>	<b>2 316</b>	<b>510</b>	<b>1 267</b>	<b>279</b>	<b>3 583</b>	<b>788</b>

### Disponibilités supplémentaires d'origine bocagère

Régions ou interrégions bocagères	BIBE		Menu Bois		BIBE + Menus Bois	
	x 1000 m³/an	ktep/an	x 1000 m³/an	ktep/an	x 1000 m³/an	ktep/an
AQUITAINE	66	15	77	17	143	32
AUVERGNE	2	1	55	12	57	13
BASSE-NORMANDIE	-8	-2	151	33	144	32
BOURGOGNE	43	9	59	13	101	22
BRETAGNE	48	11	169	37	217	48
CENTRE	56	12	68	15	124	27
LIMOUSIN	56	12	65	14	121	27
MEDITERRANEE	15	3	43	9	58	13
MIDI-PYRENEES	73	16	94	21	166	37
NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE HAUTE-NORM.	-22	-5	70	15	47	10
NORD-EST	-20	-4	55	12	34	8
PAYS DE LA LOIRE	93	20	189	42	282	62
POITOU-CHARENTES	53	12	111	24	164	36
RHONE-ALPES	18	4	47	10	65	14
<b>France</b>	<b>471</b>	<b>104</b>	<b>1 267</b>	<b>279</b>	<b>1 737</b>	<b>382</b>

Quand les résultats sont négatifs, il est prudent de considérer qu'il n'y a pas de disponibilités supplémentaires.

Avec :

NORD-CHAMPAGNE-PICARDIE-HAUTE-NORM = Nord-Pas de Calais, Champagne-Ardenne, Picardie, Haute Normandie

MEDITERRANEE = Languedoc-Roussillon, Corse et Provence-Alpes-Côte d'Azur

NORD-EST = Lorraine, Alsace et Franche-Comté

## Annexe 19 : Disponibilités nettes et supplémentaires par régions popuicoles

Disponibilités technico-économiques nettes popuicoles

Interrégions popuicoles	BIBE		Menus Bois	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an
<b>SUD OUEST</b>	114	17	44	7
<i>dont Aquitaine</i>	50	7	19	3
<b>NORD EST</b>	152	23	58	9
<i>dont Champagne-Ardenne</i>	30	5	12	2
<i>dont Picardie</i>	59	9	22	3
<b>NORD OUEST</b>	141	21	54	8
<i>dont Pays-de-la-Loire</i>	76	11	29	4
<b>CENTRE EST</b>	85	13	32	5
<b>FRANCE</b>	<b>492</b>	<b>74</b>	<b>189</b>	<b>28</b>

Disponibilités supplémentaires popuicoles

Interrégions popuicoles	BIBE		Menus Bois	
	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an
<b>SUD OUEST</b>	28	4	44	7
<i>dont Aquitaine</i>	15	2	19	3
<b>NORD EST</b>	-21	-3	58	9
<i>dont Champagne-Ardenne</i>	10	1	12	2
<i>dont Picardie</i>	-12	-2	22	3
<b>NORD OUEST</b>	67	10	54	8
<i>dont Pays-de-la-Loire</i>	40	6	29	4
<b>CENTRE EST</b>	27	4	20	5
<b>FRANCE</b>	<b>101</b>	<b>15</b>	<b>189</b>	<b>28</b>

Quand les résultats sont négatifs, il est prudent de considérer qu'il n'y a pas de disponibilités supplémentaires.

Avec,

SUD-OUEST = Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes

NORD-EST = Champagne-Ardenne, Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Ile-de-France, Lorraine, Alsace, Haute Normandie

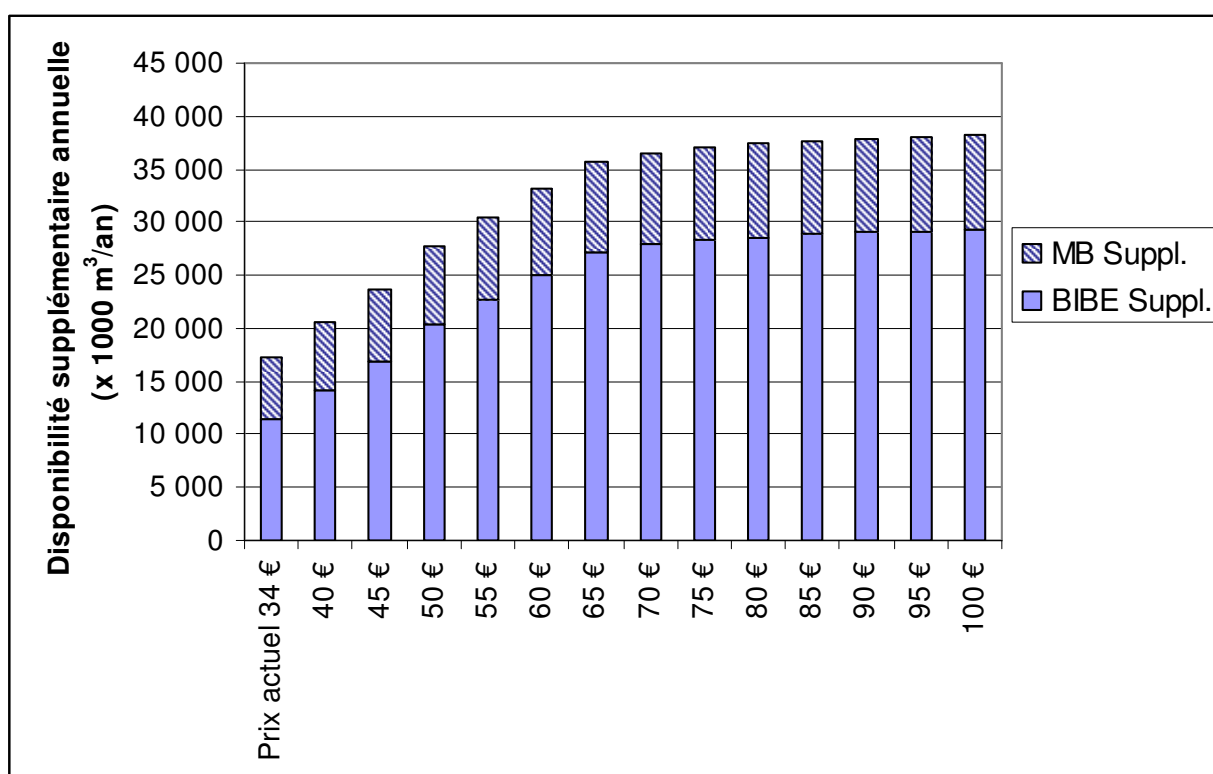
NORD-OUEST = Pays de la Loire, Centre, Bretagne, Basse Normandie

CENTRE-EST = Rhône-Alpes, Bourgogne, Franche-Comté, Auvergne, Limousin, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur

## Annexe 20 : Variation de la disponibilité suppl. de forêts à une variation du prix bord de route du BIBE

Variation de la disponibilité supplémentaire en BIBE et en MB à une variation du prix bord de route de BIBE forestier.

Classe de prix du BIBE		BIBE suppl.		MB suppl.	
€/ m <sup>3</sup>	€/ MWh	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an	x 1000 m <sup>3</sup> /an	ktep/an
Prix actuel :	Prix actuel :				
34 €	12,9 €	11 434	2 564	5 792	1 299
40 €	15,2 €	14 197	3 183	6 329	1 419
45 €	17,1 €	16 868	3 782	6 783	1 521
50 €	18,9 €	20 330	4 558	7 399	1 659
55 €	20,8 €	22 755	5 102	7 771	1 742
60 €	22,7 €	24 998	5 605	8 168	1 831
65 €	24,6 €	27 144	6 086	8 541	1 915
70 €	26,6 €	27 869	6 249	8 667	1 943
75 €	28,5 €	28 326	6 351	8 748	1 961
80 €	30,4 €	28 552	6 402	8 796	1 972
85 €	32,3 €	28 838	6 466	8 840	1 982
90 €	34,2 €	29 026	6 508	8 869	1 989
95 €	36,1 €	29 145	6 535	8 892	1 994
100 €	38,0 €	29 228	6 553	8 907	1 997





## Annexe 21 : Lexique

### Alignement :

Ligne simple ou double d'arbres d'essences forestières plantés à intervalles réguliers, d'une largeur moyenne en cime inférieure à 20 mètres, d'une longueur au moins égale à 25 mètres. Régularité en diamètre et en distance : écarts d'au moins un quart pour au moins trois-quarts des arbres. Espacement entre les arbres supérieur à 1 mètre (définition IFN).

### Arbre :

Un arbre est un végétal ligneux ayant une tige nue et non ramifiée dès la base, d'une hauteur supérieure ou égale à cinq mètres ou susceptible d'atteindre cette dimension à maturité in situ (définition IFN).

### Arbre épars (ou arbre champêtre) :

Il s'agit d'un ou plusieurs arbres forestiers groupés dont la surface de projection des houppiers est inférieure à 5 ares (définition IFN).

### Arbre forestier :

Un arbre forestier est un végétal ligneux ayant une tige nue et non ramifiée dès la base, d'une hauteur supérieure ou égale à cinq mètres ou susceptible d'atteindre cette dimension à maturité in situ. Son caractère forestier est dû à son appartenance à une liste de 136 espèces établie par l'IFN (définition IFN).

### Biomasse :

La biomasse d'un individu, d'une population ou d'un écosystème est la masse de matière vivante que représentent ceux-ci. Cette biomasse permet de caractériser la richesse d'un milieu et peut aussi servir de source énergétique.

### Bois fort :

Le bois fort est la partie d'un arbre (tronc et branches) dont le diamètre à la plus petite extrémité est supérieur à 7 cm. Dans la pratique la découpe bois fort correspond le plus souvent à la découpe fin bout réalisée par les exploitants forestiers.

### Bois d'œuvre, bois d'industrie et bois Energie, menus bois

Le gisement techniquement disponible est ventilé en fonction de trois grandes catégories d'utilisations potentielles des bois définies par des caractéristiques à la fois dimensionnelles (diamètre des arbres) et physiques (qualité des bois) :

1. Usage potentiel « bois d'œuvre » (BO) : Ce compartiment est défini comme l'ensemble de la biomasse comprise dans la bille de pied et les surbilles de tige, jusqu'à la découpe commerciale bois d'œuvre, et qui peut avoir un usage potentiel bois d'œuvre. Autre appellation possible pour ce compartiment : bois de diamètre fin bout supérieur à 7 cm et valorisable sous une forme bois d'œuvre.

2. Usage potentiel « bois d'industrie et bois énergie » (BIBE) : Ce compartiment est défini comme la somme de trois composantes : (1) la biomasse de la tige comprise entre la découpe commerciale bois d'œuvre et la découpe bois fort (7 cm), (2) la biomasse de la tige de dimension bois d'œuvre mais dont l'usage potentiel ne peut être le bois d'œuvre en raison de limites sur la qualité du bois, (3) la biomasse comprise dans les branches jusqu'à la découpe bois fort (7 cm). Autre appellation possible pour ce compartiment : bois de diamètre fin bout supérieur à 7 cm et valorisable sous forme industrielle et énergétique.

3. Menu bois (MB) : Ce compartiment est défini comme l'ensemble de la biomasse de la tige et des branches comprise dans les bois de diamètre inférieur à 7 cm. Autre appellation possible pour ce compartiment : menus bois de diamètre fin bout inférieur à 7 cm potentiellement valorisables sous des formes énergétiques.

NB1 : les arbres non recensables (arbres de diamètre à 1,30 m inférieur à 7,5 cm) ne sont estimés. Ils ne sont pas inventoriés en raison de leur faible volume comparativement à celui des arbres recensables.

NB2 : feuilles et aiguilles sont exclues de l'évaluation de la biomasse disponible pour l'industrie ou l'énergie.

### Disponibilité en bois :

La disponibilité est la quantité de bois qu'il sera possible de prélever dans une zone donnée pendant une période future si l'on applique des règles raisonnables de gestion. Les disponibilités correspondent aux volumes qui pourraient être mobilisés en fonction de la structure initiale des peuplements tels qu'ils ont été inventoriés par l'IFN et de leur mode de gestion sylvicole. La ressource et la disponibilité sont deux notions complémentaires mais de nature différente : la première est statique (stock), la seconde dynamique (flux).

### Disponibilité brute :

La disponibilité brute correspond au volume qui pourrait être mobilisé en fonction de la structure initiale des peuplements tels qu'ils ont été inventoriés par l'IFN et de leur mode de gestion sylvicole. Il s'agit le plus souvent d'un maximum théorique car il ne tient pas (ou peu) compte des contraintes de nature technique, environnementales, sociales et économiques. Par exemple la disponibilité brute est indépendante du contexte socio-économique des filières forêt et bois locales qui peut être amené à fluctuer dans le temps pour des raisons structurelles et/ou conjoncturelles.

### Disponibilité nette technique :

Il s'agit de la disponibilité brute en bois qui est techniquement exploitable. Elle s'obtient en retranchant de la disponibilité brute la part de biomasse inexploitable pour des raisons techniques (pertes en exploitation) et environnementales (maintien de la fertilité des sols).

### Disponibilité supplémentaire :

Il s'agit de la disponibilité nette en bois qui ne fait pas actuellement l'objet d'une mobilisation par les agents économiques. Elle peut être positive (dans ce cas, il existe un potentiel de récolte additionnelle) ou négative (dans ce cas les prélèvements constatés sont supérieurs à la production biologique).

### Forêt :

Dans cette étude, la forêt est un territoire occupant une superficie d'au moins 5 ares avec des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à cinq mètres à maturité in situ, un couvert arboré de plus de 10 % et une largeur d'au moins 20 mètres. Cette définition de la forêt appliquée par l'IFN jusqu'en novembre 2004 inclue les bosquets dont la surface est comprise entre 0,05 ha et 0,5 ha. Elle exclut les peupleraies. Cette adaptation par rapport à la définition internationale de la FAO dans laquelle les forêts ont une surface supérieure à 0,5 ha et où les peupleraies sont incluses est motivée par le rôle conséquent des bosquets pour la production de bois de chauffage. Les sites momentanément déboisés ou en régénération sont classés comme forêt même si leur couvert est inférieur à 10 % au moment de l'inventaire.

N.B. : Les noyeraies et les châtaigneraies à fruits ainsi que les truffières cultivées et les vergers sont exclus (productions agricoles).

### Forêt de production :

Une forêt de production est une forêt disponible pour la production de bois, c'est-à-dire où l'exploitation du bois est possible (sans considération de rentabilité économique) et compatible avec d'éventuelles autres fonctions. Les peupleraies (taux de couvert libre relatif des peupliers cultivés supérieur à 75 %) sont classées parmi les forêts de production (définition IFN).

### Forêts (autres) :

Une « autre forêt » est une forêt pour laquelle la fonction de production est nulle ou accessoire. Il s'agit des forêts inexploitables car inaccessibles, des forêts dont le rôle de protection interdit que des coupes y soient faites ou encore des espaces verts boisés à but esthétique, récréatif ou culturel (définition IFN).

### Friche (selon TERUTI) :

Une friche est une espace non compris dans l'assolement, anciennement cultivé et non utilisé depuis plusieurs campagnes, sur lequel on observe des traces évidentes d'anciennes cultures. Il s'agit d'espaces de transition avant l'apparition d'une lande puis éventuellement d'une forêt.

### Haie :

Ligne boisée d'une largeur moyenne en cime inférieure à 20 mètres et d'une longueur au moins égale à 25 mètres, comportant au moins trois arbres recensables d'essences forestières avec une densité moyenne d'au moins un arbre recensable tous les dix mètres. Les arbres ne répondant pas à cette dernière condition de densité sont des arbres épars. Ces derniers ne font plus l'objet d'un inventaire (définition IFN).

Houppier :

Désigne l'ensemble des parties aériennes d'un arbre, à l'exception du tronc. Le houppier désigne donc la cime de l'arbre, les branches et les rameaux. Dans l'étude le feuillage est exclu du houppier.

Lande :

Une lande est un site de plus de cinq ares et de plus de 20 mètres de large portant des végétaux non cultivés, ligneux ou non, c'est-à-dire les landes au sens usuel, les pelouses alpines, les friches et les terrains vacants. Le taux de couvert de la végétation doit être d'au moins 10 %. Une lande peut contenir des arbres à condition que leur taux de couvert reste inférieur à 10 %, limite au-delà de laquelle on atteint la catégorie de la forêt ouverte (définition IFN).

Mégawattheure final (MWh final) :

Energie fournie par le combustible à l'entrée de la chaudière. Cela peut être l'unité de facture d'une quantité de combustible livrée à l'image de l'électricité.

Mégawattheure utile (MWhu) :

Energie livrée sous forme de chaleur à l'utilisateur sortie chaudière (rendements de combustion et distribution compris).

Peupleraie :

Les peupleraies sont des espaces boisés (surface supérieure ou égale à 5 ares et taux de couvert absolu des arbres supérieur ou égal à 10 %) dont le taux de couvert libre relatif des peupliers cultivés est supérieur à 75 %. Elles sont exclues de la définition de la forêt dans la présente étude.

Prélèvements de biomasse :

Ensemble de la ressource en bois qui est prélevée, quels que soient les usages (BO, BIBE), hors mortalité.

Ressource :

C'est la quantité de bois existant dans une zone à une date donnée. Un inventaire permet de la quantifier.

Ressource urbaine :

Ensemble de la ressource ligneuse implantée en milieu urbain. Il s'agit entre autre des arbres d'alignements urbains, des jardins privés, des places de villes, des aires de stationnement et des parcs urbains.

Terrains vagues urbains :

Ce sont des espaces en attente d'affectation d'usage, principalement destinés à l'urbanisme. Ils ne sont que très faiblement arborés, sinon ils seraient classés en landes.

Tronc :

Le tronc que les forestiers appellent "tige" comprend:

- Une bille de pied située entre la base de l'arbre et un diamètre à la plus petite extrémité (on parle alors de découpe) souvent constaté autour de 20 cm chez les feuillus et de 15 cm chez les résineux. La bille de pied est souvent la partie de l'arbre de meilleure qualité, souvent dépourvue de branches et donc de plus forte valeur marchande.
- Des surbilles de tiges situées entre la découpe précédente et la découpe 7 cm classiquement appelée "découpe bois fort ". Par extension, le volume de la tige depuis la base de l'arbre jusqu'à la découpe bois fort est appelé "bois fort tige". Il s'agit du volume mesuré par l'IFN.

Volume :

Le volume d'un arbre au sens de l'IFN est défini comme le volume géométrique sur écorce de la tige arrêté à la découpe bois fort (découpe fin bout de 7 cm). Les résultats sont fournis rebut exclus. La majeure partie du houppier n'est donc pas comptabilisée dans le calcul du volume. Le diamètre de recensabilité des arbres à 1,30 m est fixé à 7,5 cm.

Volume total aérien :

Le volume total aérien correspond au volume de toutes les parties ligneuses de l'arbre situées au dessus de son implantation au sol (depuis la base du tronc jusqu'aux moindres branches).

## Annexe 22 : Acronymes et abréviations

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie  
 ANR : Agence Nationale de la Recherche  
 AOC : Appellation d'Origine Contrôlée  
 BE : Bois Energie  
 BI : Bois d'Industrie  
 BIBE : Bois d'Industrie & Bois Energie  
 BO : Bois d'Oeuvre  
 Cemagref : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement  
 CEREN : Centre d'Etudes et de Recherches Economiques sur l'Energie  
 CRE : Commission de Régulation de l'Energie  
 CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole  
 DGFAR : Direction Générale de la Forêt et des Affaires Rurales  
 DGPAAT : Direction Générale des Politiques Agricoles, de l'Alimentation et des Territoires  
 EAB : Enquête Annuelle de Branche  
 ECOFOR : Groupement d'Intérêt Public « Ecosystèmes Forestiers »  
 EnR : Energies Renouvelables  
 FCBA : Institut technologique Forêt Cellulose Bois Construction Ameublement  
 FCR : Futaie à Courte Rotation  
 ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement  
 IDF : Institut pour le Développement Forestier  
 IFN : Inventaire Forestier National  
 INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
 LEF : Laboratoire d'Economie Forestière, UMR 356 AgroParisTech, ENGREF et INRA  
 LERFoB : Laboratoire d'Études des Ressources Forêt-Bois, UMR 1036 AgroParisTech, ENGREF et INRA  
 m<sup>3</sup> : Mètre cube  
 MAP : Ministère en charge de l'Agriculture et de la Pêche  
 MAP : Mètre cube Apparent Plaque  
 MB : Menus Bois  
 MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire  
 MO : Matière Organique  
 MS : Matière Sèche anhydre  
 MWh : MegaWatt heure  
 ONF : Office National des Forêts  
 ONIGC : Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures  
 PFN : Programme Forestier National  
 SAA : Statistique Agricole Annuelle  
 SSP : Service de la Statistique et de la Prospective du MAP (anciennement SCEES)  
 TERUTI et Teruti-LUCAS : Enquêtes statistiques sur l'utilisation du territoire. Elles sont réalisées par le SSP.  
 TCR : Taillis à Courte Rotation  
 TEP : Tonne Equivalent Pétrole  
 TSF : Taillis Sous Futaie  
 TTCR : Taillis à Très Courte Rotation  
 UCFF : Union de la Coopération Forestière Française

## Annexe 23 : Facteurs de conversion

### 1. Correspondance entre les unités de volume (valeurs arrondies)

- 1 m<sup>3</sup> de bois plein d'origine bocagère = 2,7 MAP (Bouvier, 2008)

### 2. Correspondance entre volumes et poids (infradensité du bois)

Forêts : moyenne pondérée = 0,519 tMS/m<sup>3</sup>

- Feuillus de forêts = 0,546 tMS/m<sup>3</sup> (Carbofor, 2005)
- Résineux de forêts = 0,438 tMS/m<sup>3</sup> (Carbofor, 2005)

Peuplier = 0,35 tMS/m<sup>3</sup> (Löwe, 2000)

Ressources ligneuses bocagères = 0,50 tMS/m<sup>3</sup> (Bouvier, 2008)

Moyenne pondérée de toutes les ressources ligneuses = 0,517 tMS/m<sup>3</sup>

Consommation de bois de feu par les ménages (CEREN, 2009)

- Toutes essences et toutes origines confondues = 0,51 tMS/m<sup>3</sup>

Souches forestières

- 1 tonne brute = 0,50 tMS

### 3. Coefficients de conversion pour l'énergie (valeurs arrondies)

	GJ	MWh	tep
1 GJ	1	0,278	0,024
1 MWh	3,60	1	0,086
1 tep	41,88	11,63	1

GJ = GigaJoule (10<sup>9</sup> J) ; MWh = MégaWattheure (10<sup>6</sup> Wh) ; tep = tonne équivalent pétrole

Source : Agence Internationale de l'Energie

### 4. Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) du bois:

	GJ	MWh	tep
1 tonne de bois anhydre (tMS)	18,20	5,06	0,43
1 tonne de bois (humidité 50 %)	7,92	2,20	0,19

Source : FCBA, 2008

Ces coefficients sont appliqués aux ressources forestières, populicole, urbaines et aux vergers.

PCI du bois de vigne : 0,40 tep/tMS (Solagro, 2006)

PCI du bois de haies : 0,44 tep/tMS (d'après Jezégou, 2005 in Bouvier, 2008)

### 5. Energie :

1 litre de fioul = 10 kWh

## Annexe 24 : Bibliographie

- ADEME, 2000. Le chauffage domestique au bois – approvisionnements et marchés. Collection connaître pour agir (données et références). 99 pages.
- AFOCEL, 2002. Étude prospective de la ressource en peuplier sur l'ensemble de la France de 2002 à 2020. Convention MAAPAR n° 61.45.17/01. Convention SERFOB Champagne-Ardenne n° NE068. Convention CRPF Poitou-Charentes n° CE052. Rapport final. Août 2002. 56 pages.
- AFOCEL, 2004. Expertise de l'étude « méthode d'évaluation du potentiel forestier bois énergie ». 8 pages.
- AGRESTE Bretagne, 2000. La récolte de bois en Bretagne. D'abord du bois de chauffage. n°37, décembre 2000. pp. 13-18.
- AGRESTE, 2002. Chiffres et données – Agriculture. Structure de la propriété forestière privée en 1999. n°144, novembre 2002. 94 pages.
- AGRESTE, 2005. Chiffres et Données – Agriculture. L'utilisation du territoire en 2004. Nouvelle série 1992 à 2004. Numéro 169 – août 2005. 65 pages.
- AGRESTE, 2007. Chiffres et Données – Agriculture. L'utilisation du territoire en 2005 et en 2006. Teruti-Lucas. Numéro 192 – septembre 2007. 56 pages.
- AGRESTE, 2007. Chiffres et Données – Agroalimentaire. Récolte de bois et production de sciages en 2005. Numéro 150 – août 2007. 91 pages.
- BAZIN P., JEGAT R., SCHMUTZ T., 1995. L'entretien courant des haies. IDF. 73 p.
- BELOUARD, T. *al.*, Évaluer la ressource bois énergie 2007 in ONF, 2007. RenDez-Vous techniques. Dossier le bois énergie. N°15 – hiver 2007.
- BITEAU J.-J., 2009. Chauffer son chai avec des sarments. Réussir Vigne, Mai 2008, n°141. pp. 36-37.
- BIOMASSE NORMANDIE, 2008. Bois-énergie en Normandie : état des lieux et objectifs 2020. Rapport final. Décembre 2008. 52 pages.
- BOUVIER D., 2008. Estimation de la productivité des haies de l'Ouest de la France. Recherche de références pour améliorer la valorisation énergétique des haies. Mémoire LPE « PARTAGER », Université de Rennes 1. 84 pages
- BVA et SOLAGRO, 2007. Enquête sur la consommation de bois énergie des ménages en région Midi-Pyrénées. Synthèse - Juin 2006. 13 diapositives.
- CACOT, E. et al., 2006. La récolte raisonnée des rémanents en forêt. ADEME éditions. 20 pages.
- CAFSA, 2008. Éco-production et changement climatique : défis et opportunités pour la forêt – Trait d'Union CAFSA N° 58 Juin 2008.
- Chambre régionale d'agriculture de Bretagne, 2006. Entretien courant des haies et autres bordures de champ. Valorisation du bois. Guide technique. 36 p.
- Chambre régionale d'agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008. Trajectoires Synthèse n°12. La biomasse agricole : des filières bioénergies de proximité en Languedoc-Roussillon. Octobre 2008. 12 p.
- CHAVET P., 2004. Récolte des souches de résineux à fins énergétiques – la Forêt privée n° 280. pp. 59-63.
- FCBA. 2008. Rapport final de l'étude CARBOSTOCK. Carbone stocké dans les produits bois – conception d'une méthodologie de quantification des variations de stock dans les produits du bois répondant aux exigences du GIEC et application à l'année 2005 pour un rapportage volontaire dans le cadre de la CCNUCC. Rapport final v1. 29 avril 2008. 86 pages+annexes.
- FRAYSSE J.Y., 2005. Évaluation du gisement non exploité de bois énergie en Aquitaine – Rapport final. Convention ADEME N° 03 21 C0557. Arrêté Conseil Régional d'Aquitaine N° 04i24212.
- FRAYSSE J-Y., 2007. Récolte des branches et des souches en vue d'une valorisation énergétique – Fiche Informations Forêt FCBA N° 756 (3-2007).
- GEGOUT, J.C., et al., 2002. Comportement écologique des espèces forestières vis-à-vis du climat et du sol en France. Application à l'évaluation des charges critiques d'acidité et d'azote. ENGREF, LERFoB. Rapport final de la convention de recherche ADEME/ENGREF n°9962003, Nancy.

HALLEY DES FONTAINES, S., 2008. Grenelle de l'environnement et Assises de la forêt. Plan d'actions pour la forêt. *Revue Forestière Française*, Vol. 60, N° 1, p. 7-12.

IFN, 2005. Bois énergie : Les forêts ont de la ressource. L'IF 9, Inventaire Forestier National. 8 pages.

IFN, 2007. La forêt française – Les résultats issus des campagnes d'inventaire 2005 et 2006. 142 pages.

IFN, 2008. Etude de la ressource forestière et des disponibilités en bois en Normandie. 2 tomes.

IFN, 2009. Tempête Klaus du 24 janvier 2009. L'IF 21, 1<sup>er</sup> trimestre 2009. Inventaire Forestier National. 8 pages.

ITV, 2002. Les maladies du bois en viticulture. En collaboration avec INRA Bordeaux, SRPV de Bourgogne, Chambres d'agriculture de Gironde et des Pyrénées-Orientales et CICV Epernay. 4 p.

KARHA K., 2007 – Production and use of wood chips: Improving supply chains – Wood Energy Workshop, 26th-27th November 2007, Belgrade Serbia.

LOUSTAU, D., éditeur (2004). Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles. Rapport Final Projet GICC 2001 "Gestion des impacts du changement climatique" et Convention Gip ECOFOR n°3/2001. INRA, Bordeaux - Pierroton, France. 137 p.

LOWE H., et al., 2000. Comparison of methods used within Member States for estimating CO2 emissions and sinks according to UNFCCC and EU Monitoring Mechanisms: forest and other wooded land. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2000 4 (4), 315-319.

NESME T. et al., 2006. Epistics : A dynamic model to generate nitrogen fertilisation and irrigation schedules in apple orchards, with special attention to qualitative evaluation of the model. In *Agricultural Systems* n°90, pp. 202-225.

Observatoire de l'énergie, 2007. L'énergie en France. MEEDDAT et MINEFI. Brochures de 36 p.

PUECH J., 2009. Mise en valeur de la forêt française et développement de la filière bois. Mission confiée à Jean Puech, ancien ministre. Rapport remis au Président de la République, le 6 avril 2009. 75 pages.

ROUSSEL O., BOURMEAU E. et WALTER Ch., Evaluation du déficit de matière organique des sols français et des besoins potentiels en amendements organiques. ORVAL, UMR Sol-INRA-ENSA Rennes – Etude et gestion des sols, Volume 8, 1, 2001. pp. 65-81.

SCEES, 2004. L'utilisation du territoire en 2003 – Nouvelle série 1992-2003. Agreste Chiffres et Données Agricultures, n°157, Mars 2004.

SOLAGRO, IFN, RBM, 2003. Méthode d'évaluation du potentiel forestier bois énergie. Rapport final. 80 pages.

SOLAGRO. Rapports régionaux sur l'étude ADEME 2004.

SOLAGRO, Mai 2005. Méthode d'estimation du gisement forestier bois énergie : synthèse. Rapport final de diffusion de la méthode. 20 pages.

SOLAGRO, 2006. Étude de pré-diagnostic « Énergies en agriculture ». Mise en place d'un équipement de production de chaleur utilisant des sarments de vigne en substitution de FOD et d'électricité. SCEA Vignoble de Carille. Bio d'Aquitaine. 42 p.

SOLAGRO, 2007. Valorisation énergétique de la biomasse en Poitou-Charentes. Etat des lieux et perspectives de développement. Décembre 2007.

SOLAGRO, 2008. Élaboration d'une stratégie de développement relative aux « agro-ressources et énergies locales » sur la période 2007-2013 en Pays de la Loire en Layon et Saumurois.

VALLET, P., et al., 2006. Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France. *Forest Ecology and Management* vol. 229, no1-3, pp. 98-110.

VALLET, P., et al., 2007. Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels. Partie 2 : Calcul des volumes. Rapport final de la convention DGFAR-Cemagref n°E19/06, Cemagref. 76 p.

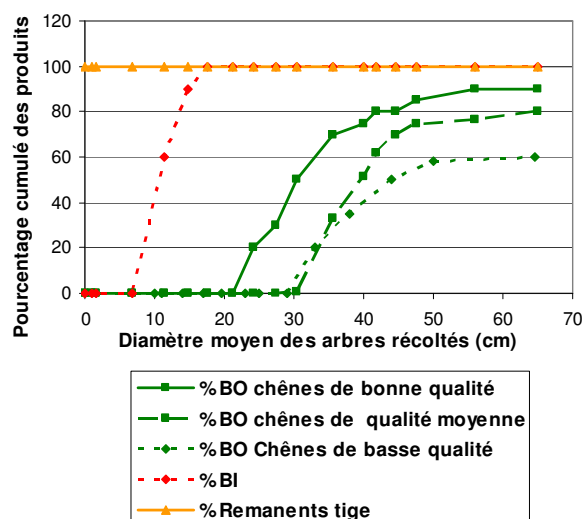
Site Internet de diffusion des résultats de l'étude ADEME 2004 sur l'évaluation du potentiel forestier bois énergie. IFN / SOLAGRO. [www.boisenergie.ifn.fr](http://www.boisenergie.ifn.fr)

Site Internet de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat. <http://www.industrie.gouv.fr/energie/sommaire.htm>

TEYSSIER D. 2007. Index des prix et des normes agricoles 2006-2007. 22e édition. Ed. Lavoisier. page 78.



## Annexe 25 : Régionalisation des découpes potentielles BO et BIBE en forêt

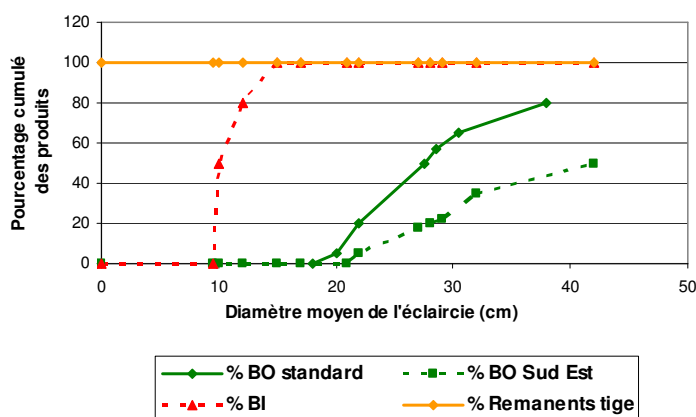


Bonne qualité : Nord-Ouest, Nord-Est, Centre, Auvergne

Qualité moyenne : Bretagne, Limousin, Rhône Alpes, Aquitaine, Midi Pyrénées

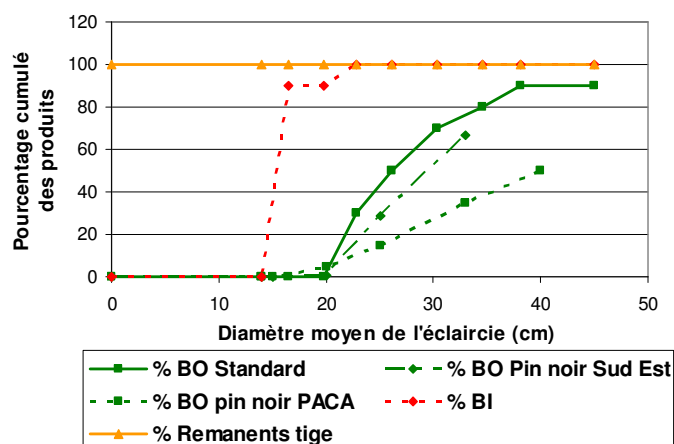
Basse qualité : région méditerranéenne

### Pin sylvestre



Sud Est : Rhône Alpes, Auvergne, Limousin, PACA, Languedoc Roussillon, Corse

### Pin noir



Sud Est : Région Rhône alpes

**Annexe 26 : Classes d'exploitabilité de la ressource forestière**

Difficulté physique d'exploitation des peuplements forestiers et des peupleraies (IFN, 2007).

Création de piste	Terrain	Praticable (non accidenté et portant)				Impraticable (accidenté ou mouilleux)			
	Pente Distance de débardage	0-15 %	15-30 %	30-50 %	≥ 50 %	0-15 %	15-30 %	30-50 %	≥ 50 %
non nécessaire	< 200 m	Facile	Moyenne	Difficile	Difficile	Moyenne	Moyenne	Difficile	Difficile
	200-1000 m	Facile	Moyenne	Difficile	Difficile	Moyenne	Difficile	Difficile	Difficile
	1000-2000 m	Moyenne	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile
	> 2000 m	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile
nécessaire et possible	quelconque	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile
impossible	quelconque	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile	Très difficile

Facile
  Moyenne
  Difficile
  Très difficile

## Annexe 27 : Clé de détermination de la sensibilité chimique des sols aux exportations minérales

Extrait du guide ADEME 2006 « la récolte raisonnée des rémanents en forêt ».

<b>S</b> <b>Pôle sableux</b> teneur en argile < 10 %	S1		S2				
<b>L</b> <b>Pôle limoneux</b> 10 % < teneur en argile < 25 %	L1		L2		L3		
<b>A</b> <b>Pôle argileux</b> teneur en argile > 25 %			A1		A2		
							K
<b>Calcaire actif</b>	Pas d'effervescence de la terre fine à HCl dilué						Effervescence
<b>pH horizon A</b>	< 4	]4-4,5]	]4,5-5[	[5-5,5[	[5,5-6[	[6-6,5[	[6,5-7[ > 7
<b>Humus</b>	Mor Dysmoder	Moder	Mullimoder Dysmull	Mull oligo.	Mull méso.	Mull eutro.	Mull calcique Mull carbonaté

Sensibilité forte

Sensibilité moyenne

Sensibilité faible

<