

LA MOBILISATION DE LA RESSOURCE FORESTIÈRE AUJOURD'HUI ET DEMAIN

ALAIN THIVOLLE-CAZAT – ÉLISABETH LE NET

La question de la fertilité des sols n'était pas une préoccupation majeure des forestiers jusqu'il y a peu, mais cela pourrait changer à l'avenir, en lien avec des modifications importantes de la mobilisation de la ressource forestière. Plusieurs éléments de contexte y concourent.

La volonté politique d'augmenter fortement la récolte de bois (de 21 millions de m³ entre 2008 et 2020) concerne les usages énergétiques mais aussi matériaux, dans le double but d'atteindre l'objectif de 23 % de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique national, et de réduire le déficit de la balance commerciale de la filière bois. Cette question doit s'apprécier dans le contexte plus large de la transition énergétique vers les énergies renouvelables ; la biomasse forestière en constitue un élément de contexte important. De façon plus large encore, de nouveaux modèles de développement, plus sobres en énergie (fossile en particulier), et utilisant le bois comme lieu de stockage du carbone, que ce soit en forêt ou dans les produits bois (construction, ameublement...) sont également envisagés.

La mobilisation de la ressource forestière risque ainsi d'être soumise à des tensions croissantes. L'intensification de la récolte forestière peut se faire de différentes façons, notamment par le prélèvement dans certaines conditions de bois de faible diamètre (tiges et branches, riches en éléments minéraux) ou des souches, occasionnant diverses perturbations du sol (minéralisation accrue des litières forestières, déstockage du carbone).

Les travaux forestiers connaissent en parallèle d'importantes évolutions. Ainsi, du fait de la raréfaction de la main-d'œuvre et de la nécessité d'améliorer l'efficacité technique et économique des approvisionnements de la filière bois, la mécanisation des travaux en forêt s'accélère. Les engins sont plus lourds, les contraintes économiques tendent à imposer l'exploitation forestière toute l'année, même lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables (hors gel et sur sols gorgés d'eau, voir Bigot *et al.*, 2014).

Les objectifs fixés à la mobilisation forestière dépendent largement des estimations des capacités de la forêt à fournir du bois ou de la biomasse. Les méthodes d'évaluation et leur capacité à évaluer la ressource forestière techniquement, économiquement et durablement disponible conditionnent donc directement la pression actuelle et future exercée sur les peuplements.

Différents scénarios d'évolution de l'offre et de la demande (énergétique en particulier) peuvent être construits et simulés pour tester leur viabilité à plus ou moins long terme [scénarios du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), de la DGEMP (Direction générale de l'énergie et des matières premières), de l'ANCRE (Alliance nationale de coordination de la

recherche sur l'énergie), de l'ADEME (Agence pour le développement et la maîtrise de l'énergie), de GRDF (Gaz et réseau de distribution de France), de SOLAGRO, de l'association négaWatt].

Nous regarderons donc dans un premier temps comment estimer au mieux la disponibilité forestière réelle et donc contribuer à la fixation d'objectifs raisonnables à la forêt. Nous verrons ensuite quelle est la place de la forêt parmi les autres biomasses en général et quelle sera l'évolution qu'on peut imaginer pour elle dans le futur.

L'ÉVALUATION DE LA DISPONIBILITÉ : UNE CASCADE DE QUESTIONS

Les attentes sont importantes en particulier de la part :

- des autorités pour définir les politiques publiques en matière environnementale, énergétique, industrielle ou commerciale ;
- des industriels qui veulent être sûrs d'avoir une bonne visibilité sur la ressource pour investir ;
- des producteurs qui se posent la question de l'évolution des marchés et de l'opportunité d'investir en forêt.

Les études de ressource et disponibilité forestière sont nombreuses : on en compte plus d'une dizaine à l'échelle nationale ces vingt dernières années et près d'une centaine, réalisées à l'échelle inter-régionale, régionale ou d'un territoire encore plus petit (Levesque *et al.*, 2007 ; Biomasse énergie – Réseau rural français, 2010). Les méthodes utilisées sont également très diverses et elles ont évolué au cours du temps, bénéficiant des améliorations des capacités de calcul et de la disponibilité de nouvelles données (Levesque *et al.*, 2007). De ce fait, les chiffres annoncés sont rarement comparables directement.

Il existe de la même façon plusieurs études incluant la ressource forestière à l'échelle européenne (Biomass Energy for Europe, Biomass for Future, Refuel, Renew, EUwood...).

Nous nous limiterons dans la suite aux études à l'échelle nationale. On citera en particulier les études suivantes :

- ADEME (2012),
- ANABIO (2010),
- BIOMAP (2010),
- CARTOFA (2012),
- Cemagref (Ginisty *et al.*, 2009),
- ECOBIOM (2009),
- GRDF (2013),
- IFN/FCBA/SOLAGRO (Colin *et al.*, 2010),
- REGIX (2008),
- VALERBIO (2010).

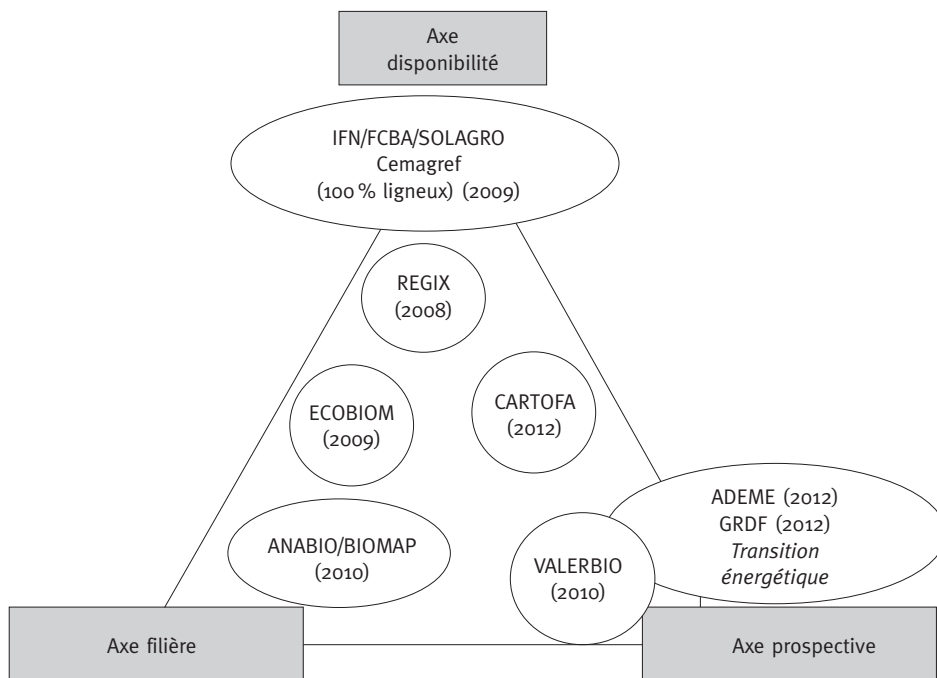
À cette échelle, les travaux récents réalisés à l'échelle nationale peuvent être distribués selon trois axes thématiques (figure 1, p. 439) :

- axe thématique « disponibilité » : disponibilité en biomasse forestière, agricole, co-produits industriels des industries du bois, de l'agroalimentaire, produits en fin de vie ;
- axe thématique « filière » : outre la disponibilité, les usages sont intégrés à l'étude *via* les aspects économiques de la mobilisation, les concurrences d'usage, les analyses de cycle de vie ;
- axe thématique « prospective » : des scénarios d'évolution de l'offre et de la demande sont construits et simulés pour apprécier l'impact de ces scénarios sur la forêt ou d'autres secteurs économiques.

Ce graphique triangulaire (figure 1, ci-dessous) montre bien que les questions sous-jacentes sont différentes et que les systèmes analysés n'ont pas les mêmes contours : si l'axe thématique « disponibilité » concerne principalement la ressource sur pied récoltable, l'axe thématique « filière » introduit la notion d'offre, de demande et de compétition entre usages de la biomasse, tandis que l'axe temporel (ou axe prospective) élargit l'échelle de temps. La délimitation du système étudié étant différente, les études font appel à des méthodes et à des outils variables pour les aborder.

FIGURE 1

DISTRIBUTION DES ÉTUDES NATIONALES RÉCENTES DE RESSOURCE ET DE DISPONIBILITÉ FORESTIÈRE SUR LES TROIS AXES THÉMATIQUES « DISPONIBILITÉ », « FILIÈRE » ET « PROSPECTIVE »



Même dans le champ plus restreint des études de disponibilité, les méthodes ont évolué du fait des données disponibles, des moyens de traitement et des questions posées par les commanditaires. C'est pourquoi, un important travail d'explication est nécessaire pour faire comprendre ce que signifient les différents résultats produits par les études.

Il est donc nécessaire d'aider au déchiffrement des résultats des études en précisant quels sont les objectifs de l'étude, le champ géographique, les biomasses considérées (compartiments des arbres), les hypothèses retenues (production, sylviculture, exploitation, pertes, etc.) et les unités utilisées (m^3 , tonnes brutes ou sèches).

Bref, les réponses à toutes ces questions permettent d'avoir les clés pour une bonne interprétation des résultats et de comparer des études entre elles quand c'est possible.

LES COMPARTIMENTS DE BIOMASSE ET LES UNITÉS D'EXPRESSION DES RÉSULTATS À LA SOURCE DE BIEN DES MALENTENDUS

Le volume de référence IGN

L'IGN exprime le volume des arbres en volume bois fort tige (volume de la tige jusqu'à la découpe 7 cm de diamètre). C'est le volume de référence dans lequel sont exprimés tous les résultats de l'Inventaire forestier.

Cela veut dire que la cime (tige de moins de 7 cm de diamètre) et les branches (quelle que soit leur grosseur) ne sont pas comptées dans ce volume alors qu'elles peuvent représenter 30 à 100 % du volume total aérien selon l'essence et le diamètre des arbres (Vallet *et al.*, 2006).

Or, les branches de plus de 7 cm de diamètre font depuis toujours l'objet de récolte pour les feuillus (trituration ou bois bûche), tandis que la récolte de la cime et des petites branches est à nouveau envisagée pour la production d'énergie, voire déjà réalisée (récolte d'arbres entiers en première éclaircie ou dans les taillis).

Ainsi, l'utilisation du volume de référence IGN pour les calculs de disponibilité et l'expression des résultats entraîne une sous-estimation de la disponibilité par rapport à la réalité physique. Il est donc indispensable de convertir le volume bois fort tige de référence IGN en volume total aérien des arbres. Le calcul du volume total se fait avec des tarifs réalisés dans l'étude Carbofor (Vallet *et al.*, 2006) pour 6 essences majeures. Le projet EMERGE (Deleuze *et al.*, 2013) a généralisé ces outils de calcul du volume total à toutes les essences de la ressource métropolitaine, ainsi que des volumes tiges par découpe (Longuetaud *et al.*, 2013). Si cet objectif n'a pas été totalement atteint, les avancées méthodologiques acquises dans ce projet devraient permettre à l'IGN de mieux estimer le volume potentiel de bois d'œuvre.

Les compartiments de biomasse

L'estimation de la disponibilité totale ne suffit pas. Celle-ci doit être ventilée entre ses différents usages potentiels, afin, par exemple, de ne pas considérer comme utilisable pour l'énergie la part dévolue à des utilisations plus nobles.

On distingue généralement trois usages potentiels représentés dans la figure 2 (p. 441) :

- le bois d'œuvre (BO) : partie basale de la bille de pied. Le diamètre de la découpe est en moyenne de 20 cm pour les résineux et 30 cm pour les feuillus. Il peut être plus petit ou plus gros selon les cas ;
- le bois d'industrie / bois énergie (BIBE) : toutes les parties de l'arbre de plus de 7 cm de diamètre qui ne sont pas du bois d'œuvre ;
- les menus bois (MB) : cimes et branches de moins de 7 cm de diamètre, généralement utilisés pour l'énergie.

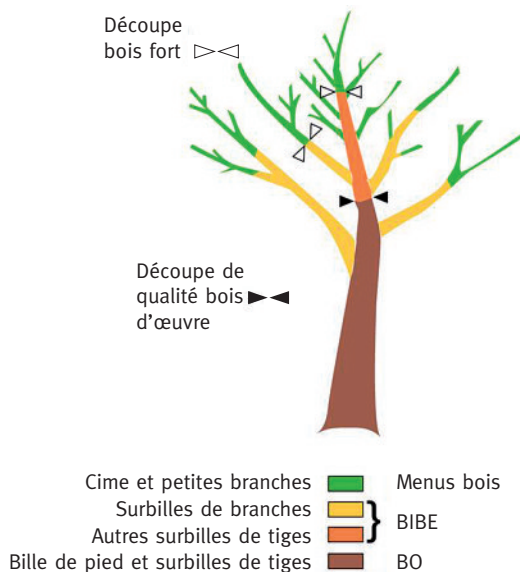
Chaque catégorie peut être déclassée dans la catégorie inférieure en fonction de la qualité et de la demande : du bois à usage potentiel comme bois d'œuvre peut par exemple être utilisé en bois énergie.

Cependant, quelle que soit la précision des tarifs de cubage utilisés pour le calcul des volumes des usages potentiels, une part sera toujours déclassée dans la catégorie inférieure, en raison soit de la qualité du bois, soit de la demande. On a alors recours à des dires d'expert pour estimer le pourcentage du bois d'une catégorie donnée, réellement valorisé dans cette catégorie.

FIGURE 2

REPRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS DES USAGES POTENTIELS PRIS EN COMPTE

(Colin *et al.*, 2010)



Les unités pour l'expression des résultats

Si la plupart du temps la disponibilité forestière est exprimée en m³, il faudrait de plus préciser si c'est un volume sur ou sous écorce, s'il est exprimé sur pied ou s'il tient compte des pertes d'exploitation.

Mais les résultats peuvent également être exprimés en tonnes brutes (sans précision du taux d'humidité) ou sèches voire en contenu énergétique (watt x heure, gigajoules, tep) dans les études de disponibilité de bois énergie ou lorsque différentes sources sont étudiées (produits forestiers, chutes de scieries, bois en fin de vie).

Le contenu en eau du bois au moment de l'abattage étant de l'ordre de 50 %, et la densité du bois sec pouvant varier du simple au double selon les essences, on voit qu'il convient de prêter la plus grande attention au mode d'expression des résultats.

LE CALCUL DE LA DISPONIBILITÉ FORESTIÈRE PAR RÉFACTIONS SUCCESSIVES

Le calcul de la disponibilité en forêt, mais c'est vrai aussi pour toutes les biomasses, est un calcul par réfections successives.

On calcule d'abord la disponibilité totale, c'est-à-dire le potentiel de récolte maximal permis par la forêt. Pour les cultures annuelles, cela correspond à peu de chose près à la production biologique de la parcelle. En forêt, du fait de la longueur des cycles de production de plusieurs dizaines d'années, il faut tenir compte de l'état initial des peuplements forestiers (surfaces, espèces, distribution des classes d'âges, fertilité, volumes sur pied) et du mode de gestion (sylviculture). En outre,

on s'impose généralement d'assurer la durabilité du système en choisissant des règles sylvicoles qui n'entament pas le capital de production.

Puis, il faut retrancher successivement :

- les pertes d'exploitation (dans l'état actuel des techniques) ;
- les parcelles où l'exploitation n'est pas rentable dans les conditions économiques actuelles, du fait des conditions d'exploitation ou de la qualité des produits générés par la coupe ;
- les parcelles où les produits sont non récoltables du fait de contraintes réglementaires (réserves biologiques, zones de captage d'eau) ou environnementales (pauvreté du sol, sensibilité des sols au tassement).

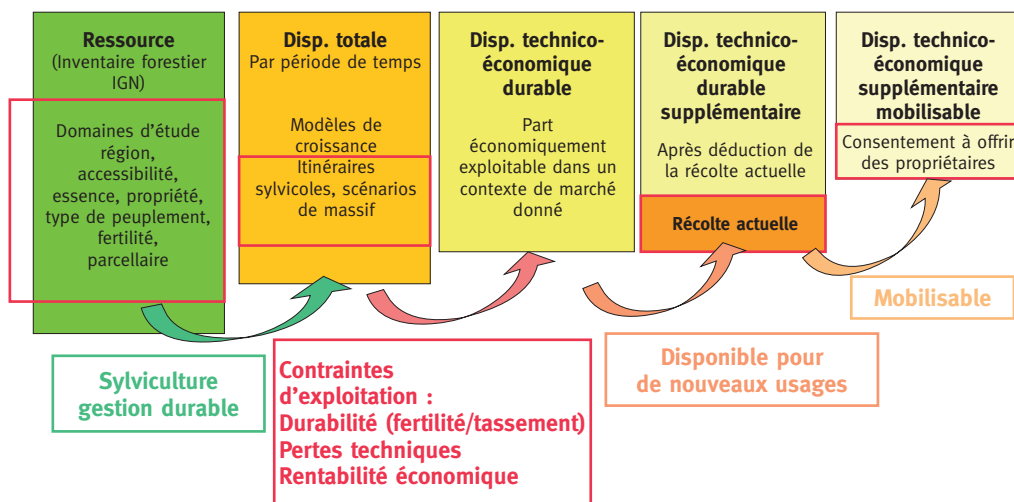
On obtient ainsi la disponibilité *technico-économique durable*.

Si on en retranche la récolte courante pour les usages actuels, on obtient la disponibilité *technico-économique durable supplémentaire*.

Enfin, en tenant compte de la capacité à offrir des propriétaires, on définit la disponibilité *technico-économique durable supplémentaire mobilisable*.

La figure 3 montre ces différentes étapes.

FIGURE 3 ÉTAPES DU CALCUL DE LA DISPONIBILITÉ TECHNO-ÉCONOMIQUE DURABLE SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE



Estimation de la disponibilité totale

La bonne connaissance de la ressource (essences, état des peuplements...) permet de définir les itinéraires sylvicoles autorisant une production de bois pérenne, dans un contexte de gestion durable, avec comme objectif principal la production de bois de qualité (bois d'œuvre principalement). On peut alors calculer la disponibilité totale, c'est-à-dire la quantité de bois que pourrait produire la forêt sans contrainte d'aucune sorte.

La prise en compte d'autres critères, mesurés ou non par l'inventaire forestier (IF) de l'IGN, permet d'adapter les itinéraires sylvicoles pour calculer une disponibilité totale au plus près de la gestion de terrain.

Ainsi, en superposant la couche géographique des points d'inventaire avec d'autres couches géographiques (captage d'eau, réserves biologiques, parcs nationaux, zones Natura 2000, propriétés forestières soumises à plan simple de gestion, etc.), on peut qualifier les points selon leur appartenance ou non à ces zonages. À certains d'entre eux, des contraintes sylvicoles peuvent être associées (allongement des durées de révolution, suppression des coupes rases), cela peut donc modifier les itinéraires sylvicoles à appliquer sur les points concernés, pouvant aller jusqu'à la suppression de la récolte (mise en réserve) (Thivolle-Cazat et Colin, 2012).

Estimation de la disponibilité durable

Il s'agit d'estimer ici la disponibilité qui permette la durabilité de la production forestière.

Ainsi, selon la richesse des sols estimée avec les relevés de l'IGN (observations pédologiques et floristiques), on peut distinguer les cas où la récolte des menus bois pourra être réalisée sans contrainte, seulement une ou deux fois dans la vie du peuplement voire même pas du tout (Colin *et al.*, 2010 ; CARTOFA, 2012 ; Thivolle-Cazat et Colin, 2012).

Estimation de la disponibilité technico-économique

Pour calculer la disponibilité technico-économique, on procède de la même manière qu'un exploitant forestier qui détermine sa capacité à acheter une coupe de bois (Colin *et al.*, 2010 ; CARTOFA, 2012 ; Thivolle-Cazat et Colin, 2012).

Celui-ci évalue les produits récoltables, il connaît leur valeur sur le marché et peut donc estimer la valeur totale bord de route des produits de la coupe. Il estime par ailleurs les coûts d'exploitation de la coupe. La différence entre les deux doit lui permettre de prendre une marge et d'acheter les bois sur pied au propriétaire. *In fine*, le prix d'achat proposé par l'exploitant au propriétaire doit être accepté par celui-ci (prix proposé supérieur au prix de retrait).

Le calcul de la disponibilité technico-économique est réalisé de la même manière : en fonction de l'essence, du diamètre, du type de coupe, des difficultés d'exploitation, on détermine le prix du bois sur pied et les coûts d'exploitation d'une part, le volume et le prix des produits façonnés mis bord de route d'autre part.

Si le prix des produits façonnés couvre les coûts de mise bord de route du bois (achat au propriétaire et coût d'exploitation) en assurant une marge, la disponibilité est exploitable, sinon elle ne l'est pas.

Avec cette méthode, il est possible de moduler les coûts d'exploitation en fonction des contraintes de gestion ou d'exploitation (par exemple débardage par câble sur sols à très faible portance), d'introduire le coût d'une fertilisation compensatrice en cas de récolte de menus bois sur des sols pauvres, de prendre en compte différents modes d'exploitation avec leurs coûts associés, et de pouvoir estimer le coût économique du choix de celui qui a le moindre impact environnemental, etc. Là encore, la prise en compte des caractéristiques des parcelles permet d'améliorer l'estimation de la disponibilité effectivement accessible dans des conditions techniques et économiques définies.

Estimation de la disponibilité supplémentaire

La disponibilité supplémentaire est la part de la disponibilité technico-économique non récoltée. Elle nécessite donc l'estimation de la récolte courante. Les études prospectives ajoutent des scénarios de tendance pour la récolte future.

L'estimation de la récolte est réalisée actuellement à partir de différentes sources de données (Enquête annuelle de branche « Exploitation forestière et scierie », Enquête logement INSEE/CEREN sur la consommation de bois de feu des ménages). Par leur nature différente, la comparabilité des résultats de ces enquêtes avec les calculs de disponibilité est loin d'être optimale, malgré les précautions mises en œuvre pour les rendre cohérents (estimation des pertes d'exploitation, compartimentation des arbres, etc.). En conséquence, l'estimation de la disponibilité supplémentaire est assortie d'une forte incertitude. Dans un proche avenir, de nouvelles mesures réalisées par l'IGN permettront une évaluation directe des prélèvements réalisés en forêt et donneront une estimation précise de la répartition des arbres prélevés (essence, propriété, grosseur, géographie) et cohérente avec l'estimation du volume sur pied réalisée par l'IGN (Colin *et al.*, 2011). Si ces données ne rendent pas compte de l'usage du bois récolté, elles permettent de gagner beaucoup en précision sur le volume récolté et donc sur la disponibilité supplémentaire.

De plus, comme ces mesures permettront de mieux caractériser la récolte actuelle, elles autoriseront par conséquent une meilleure caractérisation des peuplements actuellement non récoltés (zones géographiques, types de peuplements, essences, etc.).

Estimation de la disponibilité supplémentaire mobilisable

Le consentement à offrir ne se réduit pas à la décision de mise en vente. En fonction des objectifs poursuivis (loisir, bois de feu pour sa propre consommation, gestion patrimoniale, production de bois, etc.), de la sylviculture pratiquée, des contraintes plus ou moins fortes imposées à l'exploitant, les propriétaires sont amenés à mettre plus ou moins de bois ou de biomasse sur le marché.

Malheureusement, si de nombreuses enquêtes ont été menées auprès de propriétaires forestiers (ECOBIO, 2009 ; AFO, 2011), permettant de dresser des typologies de comportement, il n'a pas encore été possible de les relier avec les estimations de la ressource.

La possibilité de caractériser les points d'inventaire selon la taille de la parcelle ou de la propriété permettrait l'étude de la relation de ce critère avec la récolte réelle et de progresser dans l'estimation de la capacité à offrir des propriétaires.

Quelques conclusions sur les méthodes d'estimation de la ressource forestière

Depuis les années 1990, les méthodes d'évaluation de la disponibilité forestière ont beaucoup évolué grâce en particulier aux nouvelles données disponibles et aux moyens de traitement. Parmi les avancées récentes, on citera la nouvelle méthode d'inventaire qui, du fait de son échantillonnage systématique, permet le croisement des informations d'inventaire avec des données cartographiées, et d'enrichir ainsi les informations disponibles sur les points d'inventaire (contraintes de gestion ou d'exploitabilité, caractéristiques de la propriété forestière, etc.). Les apports de techniques encore expérimentales dans le domaine forestier comme le Lidar terrestre ou aérien permettront dans les années à venir de mieux caractériser la ressource sur les points d'inventaire (volume sur pied selon différentes coupes, Deleuze *et al.*, 2013) ou de spatialiser la ressource actuelle et sa disponibilité pour atteindre le niveau parcellaire (projet ANR FORESEE).

LA MOBILISATION DE LA RESSOURCE FORESTIÈRE, ENTRE OFFRE ET DEMANDE

La récolte actuelle en France

L'inventaire forestier de l'IGN estime à 44 millions de m³ les prélèvements annuels moyens « bois fort tige » sur la période 2005-2009 (Colin *et al.*, 2011). Cela correspond à l'abattage d'un volume total bois fort (branches comprises) de 64 millions de m³ par an. Pour obtenir la récolte effective, il faut déduire les pertes d'exploitation (estimées à 10 %), ce qui conduit à un volume de 57,5 millions de m³.

L'Enquête annuelle de branche donne sur la même période une récolte moyenne de 33,5 millions de m³ pour les usages industriels (la récolte de Peuplier qui ne fait pas l'objet de retour terrain) auxquels il faut rajouter la consommation de bois de feu par les ménages provenant de forêt, estimée à 22 millions de m³, soit 55,5 millions de m³. La différence de 2 millions de m³ est faible et correspond aux incertitudes sur les pertes d'exploitation, l'estimation de la récolte directe ou l'estimation de la consommation par les ménages.

La récolte de bois matériau

La récolte actuelle de bois pour l'industrie du sciage, de la pâte à papier et des panneaux est actuellement de 32,5 millions de m³ hors aléas climatiques et conjoncturels, et hors peuplier. On constate que la récolte en bois d'œuvre feuillus diminue alors que celle de résineux augmente légèrement (hors variations conjoncturelles liées à la tempête Klaus).

La biomasse forestière parmi les autres énergies renouvelables

Par son impact environnemental modéré et son caractère renouvelable, la biomasse apparaît comme un élément important voire incontournable du panel énergétique de demain.

La biomasse forestière bénéficie d'une longue antériorité dans son usage mais également des avancées techniques récentes. Elle peut être utilisée facilement et efficacement pour la production d'énergie thermique (et éventuellement convertie en énergie électrique par cogénération), et à moyen terme (~2020) comme biocarburants dits de 2^e génération (2G).

Actuellement, de l'ordre de 60 % du bois récolté, soit 31 millions de m³, est utilisé comme source d'énergie soit directement comme bois de feu, soit comme coproduit dans les processus de transformation (combustion des liqueurs noires de papeterie, des rebuts de scierie, fabrication de granulés bois, etc.) ou pour la production de chaleur dans les centrales thermiques ou de cogénération (chaleur et électricité).

Dans les objectifs qui lui ont été fixés à l'horizon 2020 par le Grenelle de l'environnement, la biomasse doit couvrir plus de 80 % des besoins pour la production d'énergie thermique renouvelable et une part plus réduite de la production d'électricité et de carburant (11 %).

De fait, suite aux différents appels d'offres et programmes (CRE, Fonds Chaleur, 1000 chaufferies bois...), et à l'installation d'unités consommant du bois pour la production d'énergie, la récolte de bois énergie (hors bois bûche consommé par les ménages) a quasiment doublé tous les ans depuis 2007, passant de 160 000 m³ à 4 millions de m³ en 2013.

L'Observatoire national des ressources en biomasse en France (ONRB) compile les résultats des études nationales ou régionales pour les mettre à disposition des services de l'État et des cellules régionales « biomasse » (FranceAgriMer, 2012).

Selon l’Observatoire de la biomasse, c’est l’agriculture qui produit le plus de biomasse directement utilisable pour l’énergie (30 Mtep), suivie par la forêt (16 Mtep) et les effluents d’élevage (7 Mtep) (FranceAgriMer, 2012). La disponibilité réelle (quantité encore disponible après déduction des usages courants) est nettement moindre, et c’est cette fois la forêt qui constitue le premier gisement potentiel avec 8 Mtep contre 4 Mtep pour l’agriculture (voire 0 selon de nouvelles estimations : CARTOFA, 2011).

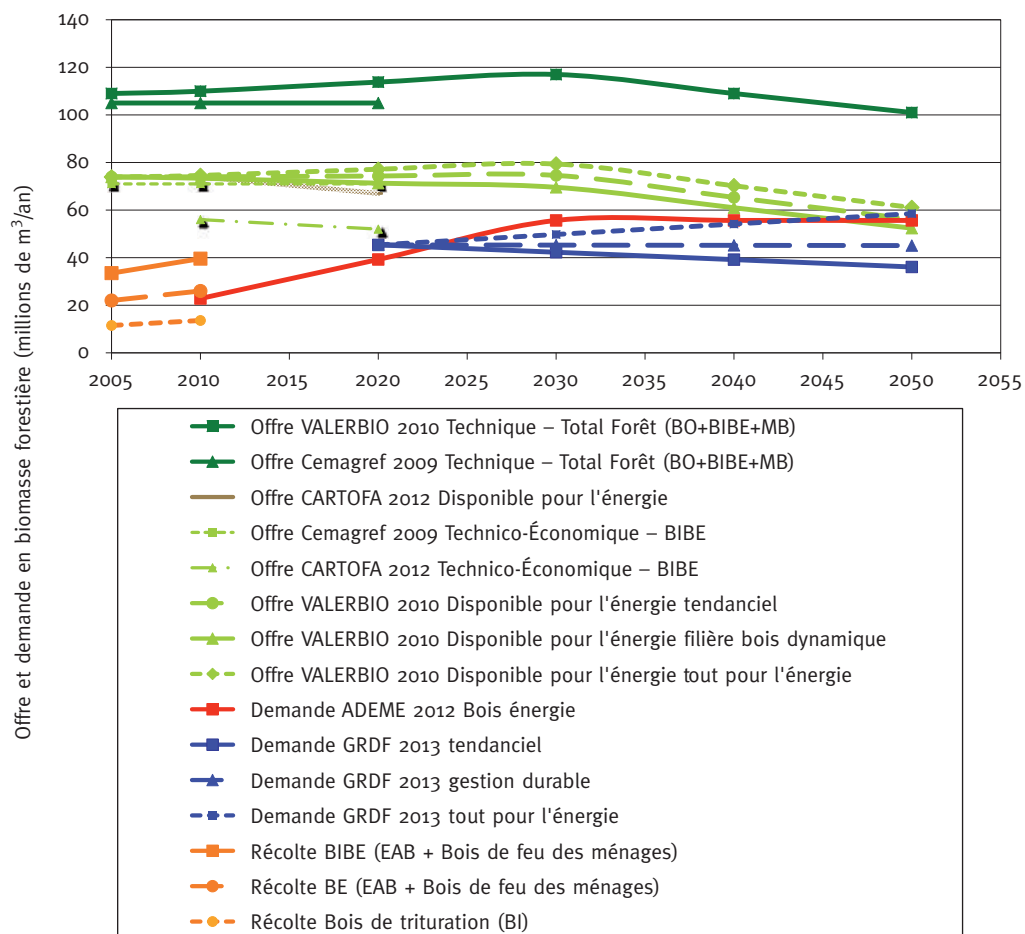
Les différentes études réalisées permettent de proposer une synthèse de l’offre technico-économique dans la période à venir (avec des horizons temporels différents).

Les perspectives d’évolution de l’offre et de la demande en biomasse forestière

Par ailleurs, plusieurs études ont construit des scénarios d’évolution de la demande en formulant différentes hypothèses sur l’évolution industrielle et énergétique.

La figure 4 ci-dessous synthétise ces différents travaux après ajustement sur un même horizon : 2050.

FIGURE 4 COMPARAISON DE L’OFFRE ET DE LA DEMANDE DE BIOMASSE FORESTIÈRE EN FRANCE DE 2005 À 2050



Il apparaît que la disponibilité totale est de l'ordre de 100 millions de m³ actuellement. Elle va diminuer légèrement dans les années à venir, après la décapitalisation sur une trentaine d'années de la ressource actuellement non mobilisée. La disponibilité technico-économique en BIBE et MB est de l'ordre de 56 à 75 millions de m³ selon les études et les hypothèses retenues (Cemagref, 2009 ; VALERBIO, 2010 ; CARTOFA, 2012).

La consommation de bois d'industrie et de bois énergie est actuellement de 36 millions de m³ de bois par an dont 12 millions pour l'industrie. Elle est en augmentation du fait de l'installation d'unités de cogénération ou de chaufferies bois.

Il resterait donc encore un potentiel de plus de 20 millions de m³ de disponibilité actuellement non utilisée et non commercialisée.

Les prospectives font l'hypothèse que les peuplements jusque-là sous-exploités seront récoltés sur une période de seulement trente ans, ce potentiel supplémentaire annuel est non négligeable (de l'ordre de 15 millions de m³/an de la disponibilité jusqu'en 2050).

En parallèle, les scénarios d'évolution de la demande font des hypothèses sur l'évolution de la consommation en bois matériau (bois d'œuvre pour la construction et l'emballage, panneaux de process, pâte à papier) et en énergie renouvelable d'origine forestière (chaleur, électricité, carburant), à balance commerciale en quantités de bois bruts constante. Ces scénarios sont traduits en quantités de bois nécessaires pour la satisfaction des besoins.

Ces scénarios prévoient à partir de 2020 une demande de 35 à 56 millions de m³ qui, si on y ajoute la consommation de bois d'industrie (12 millions de m³), conduit à une demande qui devrait être compatible avec la ressource disponible, d'autant plus que la disponibilité supplémentaire n'est pas encore complètement récoltée et restera disponible dans les prochaines années.

La différence entre le potentiel d'offre et de demande n'est cependant pas très importante et la satisfaction des besoins prévus par les scénarios de demande suppose un taux de mobilisation de la ressource bien plus élevé qu'aujourd'hui, qui sera difficile à réaliser complètement du fait de l'inconnue qui pèse sur la possibilité de modifier la disposition à vendre des propriétaires.

BILAN ET PERSPECTIVES

Les études de ressource forestière visent à déterminer aussi précisément que possible la disponibilité en bois et en biomasse des forêts. L'évolution des données disponibles et des méthodes de traitement ont permis d'affiner progressivement les résultats. La prise en compte de nouveaux critères permet d'approcher de plus en plus la disponibilité effectivement mobilisable.

Les scénarios d'évolution de la demande font penser que la forêt sera mise à forte contribution pour satisfaire les besoins en énergie renouvelable. La tension sur la ressource risque donc d'être renforcée, conduisant à une augmentation des prélèvements, en particulier pour les menus bois, dans un contexte sylvicole évolutif (réduction de la durée de révolution, développement des cultures dédiées...). Le maintien de la fertilité des sols forestiers deviendra probablement une préoccupation croissante dans ce contexte.

Le changement climatique risque d'apporter d'autres modifications dans la croissance et la gestion des peuplements.

Dans un proche avenir, l'analyse de la récolte observée par retour sur le terrain permettra d'affiner sa caractérisation et, par suite, la caractérisation et la localisation de la disponibilité non encore récoltée. La maîtrise de nouveaux outils comme le Lidar ou la photogrammétrie permettra la spatia-

lisation de la ressource et peut-être la réalisation de plans d’approvisionnement plus détaillés que ce qu’ils sont actuellement.

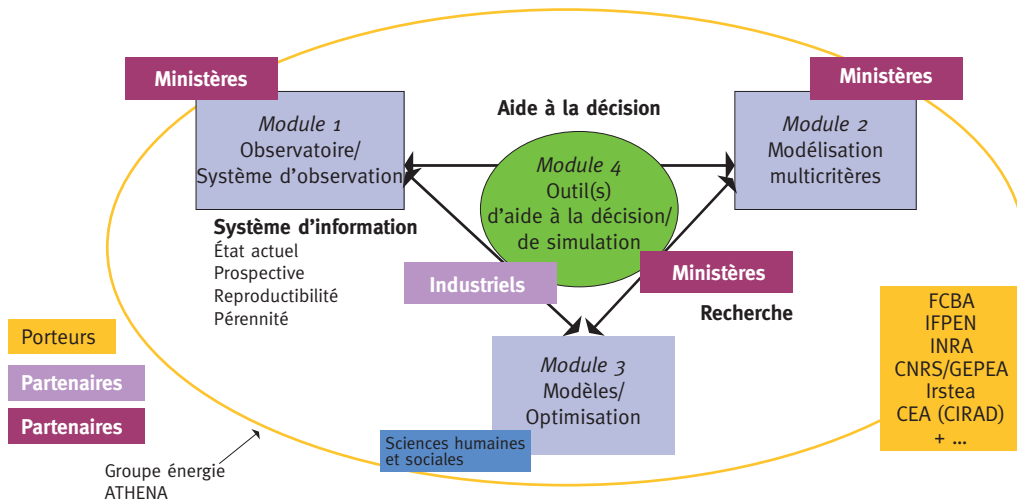
Il reste cependant à mieux connaître et modéliser le comportement des propriétaires forestiers et à le mettre en relation avec des paramètres utilisables en études de ressource pour se rapprocher encore plus du potentiel mobilisable.

Si la recherche permet de mieux connaître le fonctionnement des écosystèmes, elle doit pouvoir également, dans un contexte économique et social mouvant, proposer les solutions qui permettent à la fois l’exploitation des ressources et la conservation du potentiel de production.

Pour avancer dans la connaissance et anticiper les changements attendus, des initiatives existent déjà comme le Projet pilote de mobilisation des bois en Auvergne, le Réseau de sciences économiques et sociales d’ECOFOR. Plus généralement, la mobilisation de la biomasse forestière pour l’énergie mais aussi pour les autres usages demande une coordination des efforts engagés, une feuille de route, et un travail collectif.

Ce constat est fait pour toutes les biomasses et est à la base d’une initiative/un concept, Bio-OSMOSE (pour biomasse – outils de simulation, modélisation, observatoire et système), repris dans le rapport interministériel sur la biomasse (2012) : pour lever le verrou de la mobilisation de la biomasse et répondre aux objectifs publics et aux demandes des industriels, notamment de l’énergie, il faudrait engager un programme recherche/action qui permette de mutualiser les travaux déjà menés et d’avancer de façon coordonnée.

FIGURE 5 CONCEPTION GÉNÉRALE DU PROJET BIO-OSMOSE



Bio-OSMOSE est conçu sur un horizon de 10 ans, durée paraissant raisonnable pour lever en grande partie le verrou. Il est composé de 4 modules complémentaires et interdépendants :

- module 1 : système d’information et données,
- module 2 : approches multicritères d’évaluation des chaînes de valeur,
- module 3 : modélisation et optimisation,
- module 4 : outils d’aide à la décision et simulation.

Les modules 2 et 4 sont ceux qui permettent le plus directement d'apporter des réponses aux utilisateurs potentiels et décideurs.

Le projet a été initié et est actuellement porté par six organismes : INRA, CNRS, IFPEN, CEA, Irstea et FCBA (mais cette liste reste ouverte). La plateforme est conçue pour combiner les acteurs privés/publics, la recherche et l'industrie ; elle a une visée nationale, mais devra s'ouvrir sur l'Europe au moins.

À défaut d'un guichet unique répondant à l'ensemble de besoins identifiés pour lever le verrou de la mobilisation, les promoteurs comptent sur la prise en compte des thématiques Bio-OSMOSE dans les appels à projets.

La figure 5 (p. 448) illustre la conception générale du projet et montre les interactions entre les organismes porteurs et les partenaires ministériels et industriels.

Une telle approche de la mobilisation de la biomasse, globale, cohérente, intégrant les travaux antérieurs et se déployant sur le long terme, reste à construire ; elle constitue la voie permettant d'articuler au mieux la recherche et ses domaines d'application.

<p>Alain THIVOLLE-CAZAT Pôle économie, énergie et prospective FCBA 10 rue Galilée F-77420 CHAMPS-SUR-MARNE (Alain.THIVOLLECAZAT@fcba.fr)</p>	<p>Élisabeth LE NET Pôle économie, énergie et prospective FCBA 10 rue Galilée F-77420 CHAMPS-SUR-MARNE actuellement DEN/Institut de technico-économie des systèmes énergétiques CEA Saclay F-91191 GIF-SUR-YVETTE (elisabeth.le-net@cea.fr)</p>
---	--

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME. — Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030 — 2050. Synthèse, 2012.
- AFO. — Activation of Forest Owners. — Agence européenne de l'énergie, 2011.
- ANABIO. — Analyse environnementale et socio-technico-économique des filières de production d'énergie ex-biomasse — ANR PNRB ; IFP (Coordination), INRA, FCBA, CEA, Air liquide, Total, Renault, 2010.
- BEE. — Biomass energy for Europe, European Project FP7, N°213417. — 2010.
- BIOMAP. — Analyse environnementale, socio-technico-économique et évaluation des risques des filières bioénergies : applications pratiques à différentes problématiques. — ANR IFP (coordination). Suite ANABIO, 2010.
- BIOMASSE-ÉNERGIE — RÉSEAU RURAL FRANÇAIS. — Liste des 90 études de gisement de biomasse énergie identifiées dans le cadre de l'action n° 1 au 15 juillet 2010, classées par régions, territoires et commanditaires. — 2010. [En ligne] : disponible sur www.reseaurural.fr/biomasse_energie.
- CARTOFA. — Cartographie dynamique par département des gisements français de biomasse agricole et forestière. — GIE ARVALIS-ONIDOL, FCBA. Convention Tuck/GIE ARVALIS-ONIDOL programme ENERBIO, 2012.
- COLIN (A.), THIVOLLE-CAZAT (A.), COULON (F.). — Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020. Rapport d'étude. — Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par IFN, FCBA, SOLAGRO, 2009-2010.
- COLIN (A.), HERVÉ (J.-C.), LUCAS (S.). — Prélèvement de bois en forêt et production biologique : des estimations directes et compatibles. — *L'IF*, n° 28, 3^e et 4^e trimestres 2011.
- DELEUZE (C.), MORNEAU (F.), CONSTANT (T.), SAINT ANDRÉ (L.), BOUVET (A.), COLIN (A.), VALLET (P.), GAUTHIER (A.), JAEGER (M.). — Le Projet EMERGE pour des tarifs cohérents de volume et biomasses des essences forestières françaises métropolitaines. — *Rendez-Vous Techniques*, n° 39-40, 2013, pp. 32-36.

- ECOBIO. — Une approche socio-économique et environnementale de l'offre de biomasse ligno-cellulosique, ANR PNRB 05, 2005-2009. — FCBA (coordination), GATE, CNRS, GIE ARVALIS-ONIDOL, INRA, ONF, UCCF, 2009.
- EMERGE. — Élaboration de modèles pour une élaboration juste et générique du bois énergie, ANR 2009-2013. — ONF (coordinateur), INRA, IGN, FCBA, Irstea, IDF, CIRAD, 2013.
- EUWood. — Real potential for changes in growth and use of EU forests. — EU project TREN/D2/491-2008, 2010. FranceAgriMer. — L'Observatoire national des ressources en biomasse — Évaluation des ressources disponibles en France. — édition 2012. — Les études de FranceAgriMer, 2012.
- FORESEE. — Forest Resource Estimation for Energy. — ANR FCBA (coordination), Irstea, ONF, IGN, 2011-2014. — 2014.
- GRDF. — Biométhane de gazéification. Évaluation du potentiel de production en France aux horizons 2020 et 2050. — Rapport final, 2013.
- GINISTY (C.), CHEVALIER (H.), VALLET (P.), COLIN (A.). — Évaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN « nouvelle méthode ». — Rapport d'étude Convention Cemagref/IFN/DGFAR E 10/08 du 19 juin 2008. — 2009.
- LEVESQUE (C.), VALLET (P.), GINISTY (C.). — Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels. Partie 1 : Analyse et synthèse des études existantes recensées au niveau national. — Convention DGFAR/Cemagref N° E19/06, Rapport final, 2007.
- LONGUETAUD (F.), SANTENOISE (P.), MOTHE (F.), SENG KESSIE (T.), RIVOIRE (M.), SAINT-ANDRÉ (L.), OGNOUABI (N.), DELEUZE (C.). — Modelling volume expansion factors for temperate tree species in France. — *Forest Ecology and Management*, vol. 292, 2013, pp. 111-121.
- REGIX. — Référentiel unifié, méthodes et expérimentations en vue d'une meilleure évaluation du gisement potentiel en ressources ligno-cellulosiques agricole et forestière pour la bioénergie en France. Projet ANR PNRB 05, 2005-2010. — GIE ARVALIS-ONIDOL (coordination), APESA, Chambre régionale d'Agriculture du Centre, EDF, FCBA, FRCA Picardie, INRA, ONF, UCCF. — 2008.
- THIVOLLE-CAZAT (A.), COLIN (A.). — Analyse de la ressource forestière et évaluation de la disponibilité en bois en Lorraine à l'horizon 2025. — Convention DRAF Lorraine/FCBA N°ETU-2011-10/GN N°ETU-2011-11, 2012.
- VALERBIO. — Valorisation énergétique de la biomasse. — IFP (coordination), École des Mines de Paris, FCBA, convention Tuck, programme ENERBIO, 2010.
- VALLET (P.), DHÔTE (J.-F.), LE MOGUEDEC (G.), RAVART (M.), PIGNARD (G.). — Development of total above ground volume equations for seven important forest tree species in France. — *Forest Ecology and Management*, vol. 229, n° 1-3, 2006, p. 98-110.

LA MOBILISATION DE LA RESSOURCE FORESTIÈRE AUJOURD'HUI ET DEMAIN (Résumé)

La demande croissante en bois énergie pourrait entraîner une mobilisation fortement accrue de la ressource forestière et mettre en cause la durabilité de la gestion forestière. Pour évaluer ce risque, il faut déterminer précisément les disponibilités en bois en forêt. Les méthodes mises en œuvre pour évaluer la ressource et la disponibilité forestière se sont améliorées, mais, paradoxalement, des incompréhensions sont nées du fait que les résultats publiés varient selon les méthodes, ce qui nécessite une grande attention aux explications données à l'appui des chiffres publiés dans les différentes études. Actuellement, la récolte est encore loin de la disponibilité totale en bois forestier, même si on ne considère que la part techniquement et économiquement récoltable. Néanmoins, les objectifs fixés à la forêt, s'ils sont réalisés, conduiraient à une exploitation beaucoup plus intensive des forêts, ce qui pose la question du maintien de la fertilité des sols forestiers. La recherche doit donc travailler à des solutions qui permettent l'exploitation des produits forestiers tout en maintenant un haut niveau de productivité.

MOBILIZATION OF FOREST RESOURCES TODAY AND TOMORROW (Abstract)

The increasing wood energy demand could cause an important mobilization of forest resources and be the reason of the forest management sustainability. To assess this risk, it is necessary to determine precisely the availability of wood in the forest. The methods used to evaluate the resource and forest availability have improved, but, paradoxically, misunderstandings have arisen because the published results vary according to the methods, which require great attention to the explanations in support of figures published in different studies. Currently, harvest is still far from the total availability in forest wood, even if we consider only the technically and economically part harvestable. However, the objectives set in the forest, if realized, would lead to an exploitation of forests much more intensive, which raises the question of maintaining the fertility of forest soils. Research must thus work on solutions that allow the exploitation of forest products while maintaining a high level of productivity.