

## Evolution des ressources et des prélèvements en forêts - Estimation des évolutions futures

Thivolle-Cazat A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FCBA, Délégation régionale Sud Est, Pôle Economie, Energie et Prospective, Domaine universitaire - CS 90251, F-38044 Grenoble Cedex 9

Correspondance: alain.thivolle-cazat@fcba.fr

### Résumé

L'Inventaire Forestier a mis en évidence une progression constante de la surface des forêts françaises et des volumes sur pied depuis au moins un siècle. Cette évolution est due principalement aux reboisements naturels et artificiels, et à un niveau de prélèvement inférieur à la production biologique. Elle est encore perceptible ces cinq dernières années.

Le calcul des volumes économiquement récoltables dans les études de disponibilité, montre que cette tendance risque de se poursuivre du fait de la difficulté à mobiliser certaines surfaces ou catégories de bois.

Si la disponibilité totale est proche de la production biologique, la disponibilité technico économique est largement inférieure à celle-ci.

L'estimation de la disponibilité totale est maintenant précisée en tenant compte des contraintes environnementales et réglementaires. Elle pourra bientôt également prendre en compte la volonté de vendre des propriétaires par croisement avec le cadastre.

Enfin, Le Lidar aérien va permettre de spatialiser la disponibilité forestière : cela permettra d'améliorer l'efficacité des agents de mobilisation forestière.

**Mots-clés** : ressource forestière, disponibilité forestière, récolte forestière, cadastre forestier, Lidar aérien

### Abstract: Evolution of forest resources and harvests - Estimation of future developments

The Forest Inventory showed a steady increase of the surface of French forests and volumes up for at least a century. This evolution is mainly due to natural and artificial reforestation, and a lower level of organic production levy. It is still noticeable in the last five years.

The calculation of economically harvestable volumes in the availability study shows that this trend is likely to continue because of the difficulty of mobilizing certain areas or types of wood. If the total availability is close to organic production, the technical and economic availability is much lower than the latter.

The estimate of the total availability is now specified by taking into account environmental and regulatory constraints. It will soon also take into account the willingness of the owners to sell by crossing with the land registry.

Finally, Air Lidar will allow spatialize forest availability: this will improve the effectiveness of agents Forest mobilization.

**Keywords**: forest resource, timber availability, forest harvest, aerial Lidar

## Introduction

Les inventaires forestiers nationaux permettent aujourd'hui de retracer l'historique de l'évolution de la forêt en France. Le premier véritable inventaire (Daubrée, 1908) a permis de dresser un état des lieux assez complet au début du siècle dernier.

Cinquante ans plus tard, la création de l'Inventaire Forestier National (1960) permettait d'établir un suivi permanent de la ressource forestière. Aujourd'hui, avec des évolutions et des données de plus en plus détaillées et disponibles, cet inventaire donne de nouveaux éclairages sur la ressource forestière française.

On peut aussi maintenant déterminer la disponibilité en bois, c'est-à-dire la récolte potentielle réalisable dans les forêts françaises. Ici aussi, les méthodes s'affinent pour approcher au plus près la réalité de terrain et distinguer ce qui est théoriquement mobilisable de ce qui est mobilisable en pratique compte tenu des multiples objectifs assignés à la forêt.

## 1. Evolution de la forêt

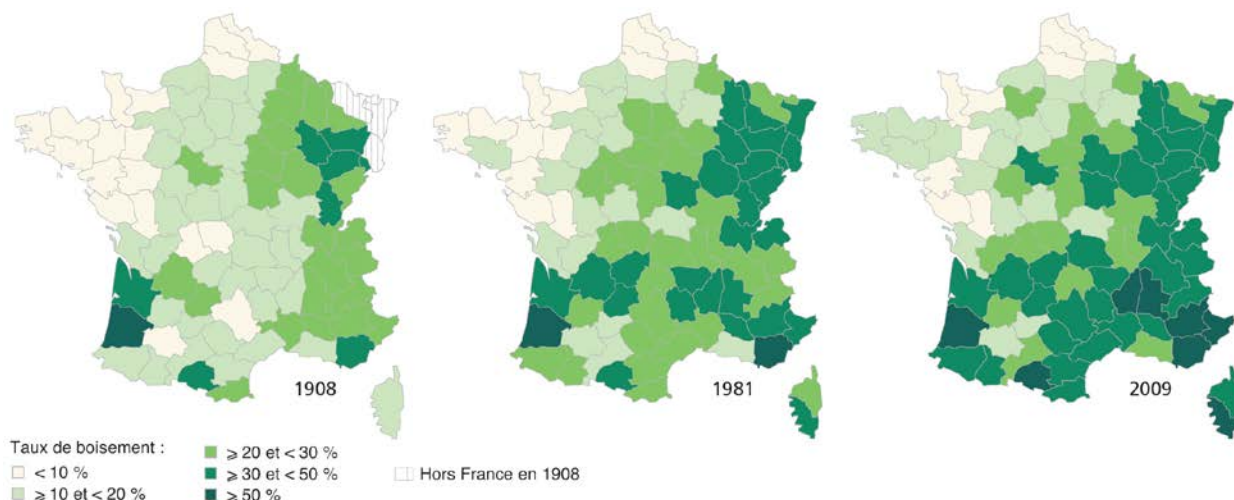
### 1.1 Une progression continue de la surface forestière

La surface boisée en France n'a cessé de progresser depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, au moment où l'utilisation du charbon a fait diminuer la pression sur les forêts. Les grands reboisements (Landes de Gascogne, Sologne), les travaux de restauration de terrains en montagne (RTM) ont amplifié le phénomène. Après la guerre de 14-18, l'exode rural a provoqué une déprise agricole qui a permis le boisement de surfaces importantes. Enfin, les aides du Fonds Forestier National (FFN) ont permis le boisement de plusieurs centaines de milliers d'hectares dans les années 50 à 80.

De 1908, date du premier inventaire forestier français, à aujourd'hui, la surface est passée 9 à 15,6 millions d'hectares soit une augmentation de 60 % en un siècle avec une progression de la forêt de 66 000 ha par an en moyenne (Wurpillot, 2013).

Cette évolution se poursuit encore aujourd'hui, puisque la surface forestière a augmenté de 430 000 ha ces 5 dernières années, soit un accroissement de 86 000 ha par an.

La Figure 1 permet de visualiser la localisation des nouvelles forêts. Celles-ci sont principalement localisées dans la partie Sud et Est de la France, de l'Alsace à l'Aquitaine. L'extrême Sud-Est montre une augmentation très forte de son taux de boisement.



**Figure 1:** Evolution du taux de boisement départemental de 1908 à 2009

## 1.2 Les feuillus deviennent de plus en plus majoritaires

La proportion des peuplements occupés par les feuillus a fortement augmenté depuis une trentaine d'années. Les reboisements FFN, majoritairement réalisés avec des résineux et la RTM avant eux, avaient fait que les forêts de plusieurs départements étaient majoritairement résineuses. Mais la colonisation des terres agricoles abandonnées par l'agriculture est principalement le fait des feuillus. Le nombre de départements qui étaient majoritairement résineux passe ainsi de 16 en 1981 à 8 en 2009 (Figure 2) et il n'y a plus qu'un seul département (les Landes) où les résineux dépassent 75 % de la surface contre 6 en 1981. Enfin, onze nouveaux départements voient la part des feuillus dépasser 75 %.

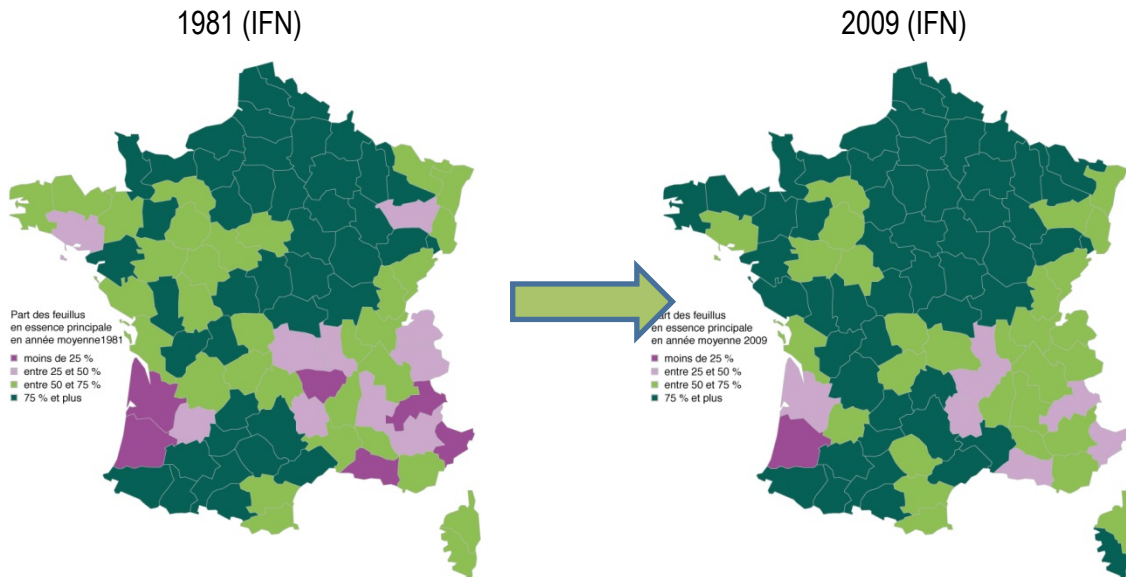


Figure 2 : Evolution du taux de feuillus dans les peuplements forestiers entre 1981 et 2009

## 1.3 Evolution des structures

Parallèlement à ces évolutions de surface et de composition, la structure forestière évolue massivement vers la futaie, qu'elle soit régulière ou irrégulière. Plusieurs facteurs concourent à ce phénomène :

- Dans les forêts gérées, publiques ou privées, la règle est soit la transformation, soit la conversion des taillis en futaies résineuses ou feuillues ;
- La récolte dans les forêts dont les propriétaires ont vieilli ou se sont éloignés de leur propriété a tendance à régresser. De ce fait, les taillis encore nombreux il y a trente ans et exploités pour la production de bois de chauffage ont vieilli et sont maintenant assimilés à des futaies sur souches ;
- L'augmentation des surfaces, actuellement largement due à la colonisation de terres abandonnées par l'agriculture par des feuillus a conduit à la formation de futaies.

La Figure 3 montre cette évolution de 1908 à 2009, avec une forte diminution des taillis, et des taillis sous futaie au profit des futaies.

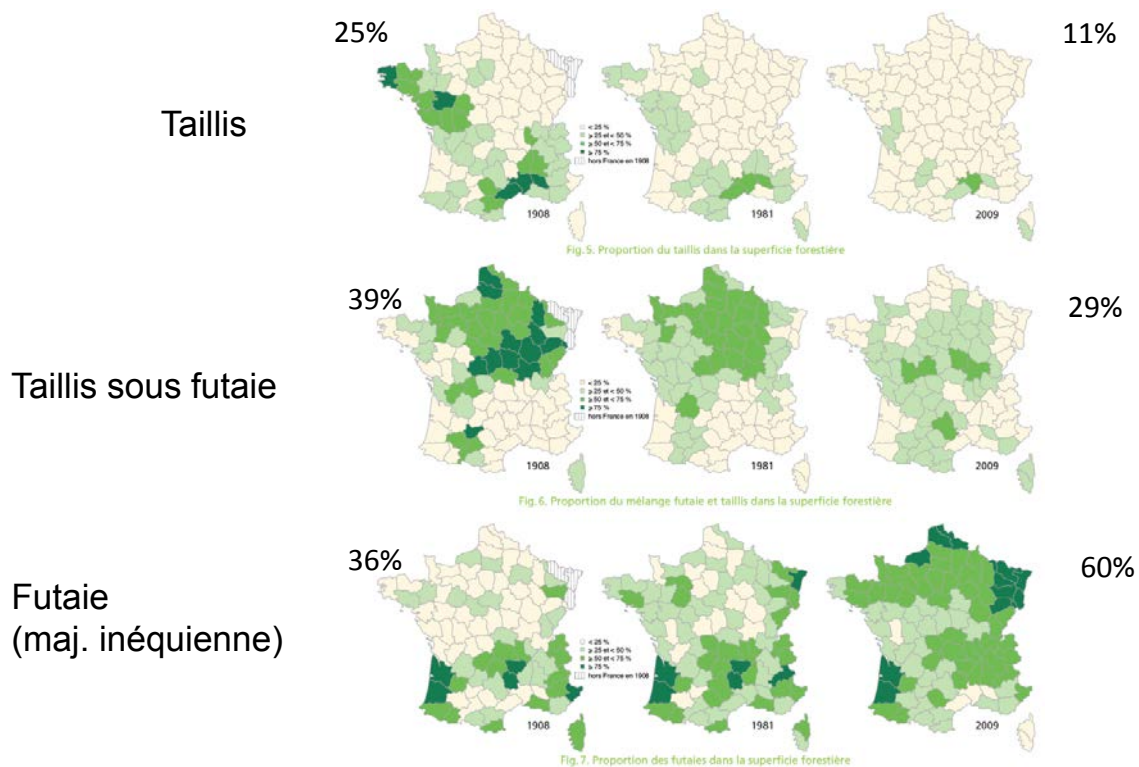


Figure 3 : Evolution de la proportion des taillis, taillis sous futaie et futaie au cours des cent dernières années

#### 1.4 Evolution du stock sur pied

L'augmentation des surfaces s'accompagne d'une augmentation régulière et quasi linéaire du stock de bois sur pied, et ce malgré les deux tempêtes de 1999 et 2009. La Figure 4 montre cette évolution très régulière, et qui se poursuit toujours. Ces nouveaux volumes sont plutôt feuillus que résineux et se situent plutôt en forêt privées que publiques. Ils apparaissent aujourd'hui enfin dans des régions non traditionnellement forestières et sur des terrains plutôt difficiles d'accès.

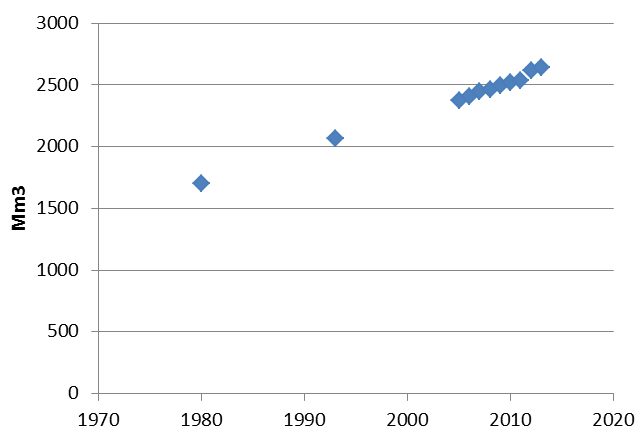


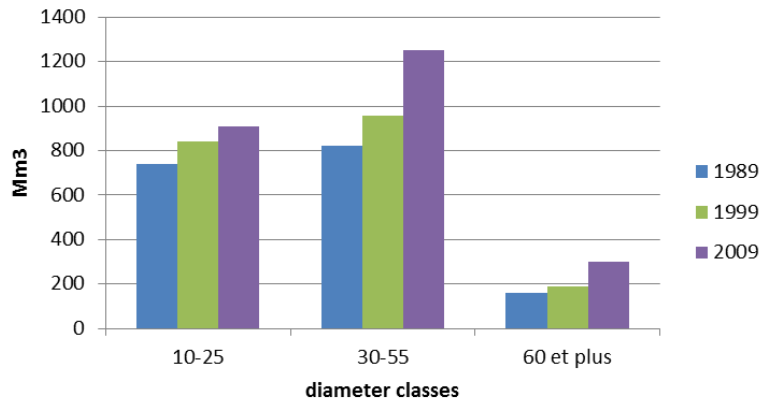
Figure 4 : Evolution du stock de bois sur pied (bois fort tige) de 1980 à 2012

Cette tendance lourde s'explique par :

- L'augmentation de la surface : les nouveaux peuplements font augmenter le volume total de la forêt française,

- Les prélèvements sont inférieurs à la production biologique totale : le volume non récolté s'accumule dans les peuplements, se traduisant par une augmentation du volume moyen sur pied de 27 m<sup>3</sup>/ha pour les feuillus et de 44 m<sup>3</sup>/ha pour les résineux entre 1990 et 2010.

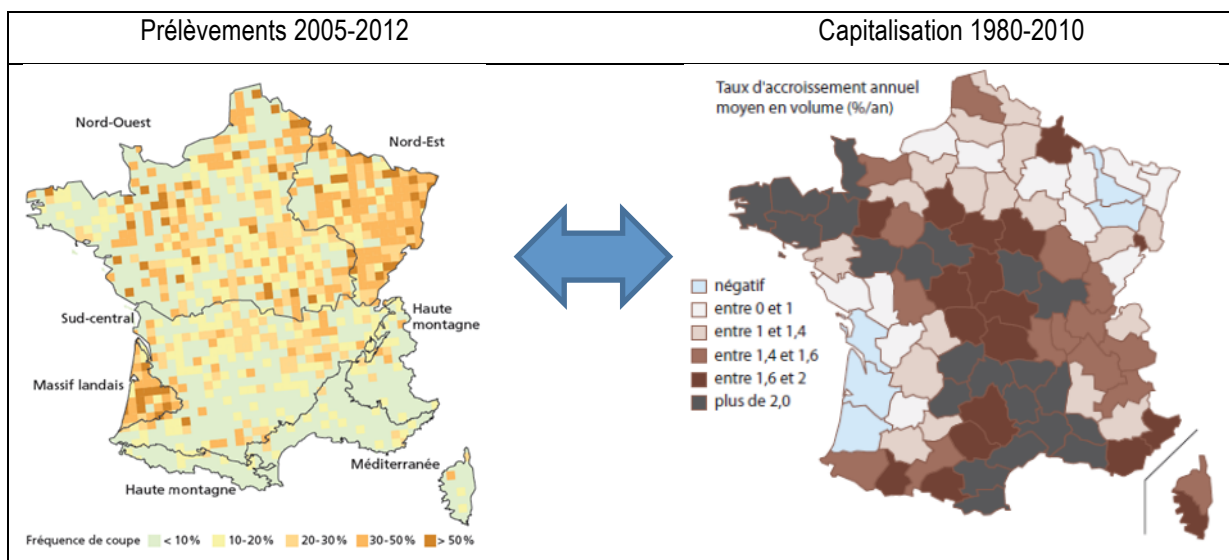
La Figure 5 montre la répartition du volume selon les classes de diamètre en fonction du temps. On voit que si le volume augmente dans toutes les classes de diamètre, c'est dans les bois moyens (30 à 55 cm de diamètre à 1,3m) et les gros bois (plus de 60 cm) qu'il augmente le plus.



**Figure 5 :** Evolution du stock sur pied selon la classe de diamètre de 1989 à 2009

### 1.5 Les prélèvements en forêt : Une estimation directe et cohérente avec les volumes sur pied

Depuis 2010, l'IGN retourne sur les placettes inventoriées cinq ans plus tôt pour relever les arbres manquants et ainsi estimer les prélèvements réalisés dans l'intervalle. Cette méthode permet d'avoir une estimation des volumes prélevés cohérente avec l'estimation des volumes sur pied. Cette estimation peut être ventilée par essence, propriété, dimension des arbres, etc. (Colin, 2011). La Figure 6 montre la localisation des prélèvements observés sur la période 2005-2012 en la comparant avec l'évolution du stock de bois sur pied de 1980 à 2010.



**Figure 6 :** Fréquence des placettes où un prélèvement a été observé par rapport à l'ensemble des placettes sur la période 2005 à 2012 et capitalisation du bois sur pied de 1980 à 2010.

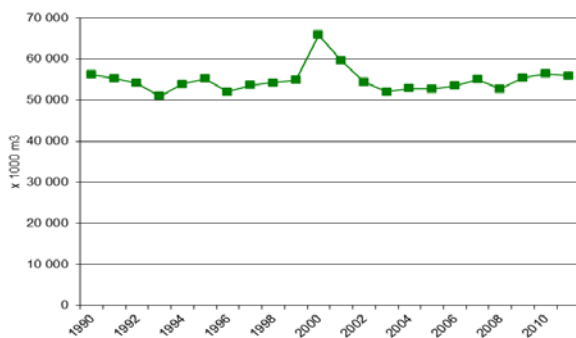
On constate que le Nord Est et le massif aquitain sont les deux zones où les prélèvements sont les plus fréquents et où la capitalisation du bois sur pied est la plus faible.

En revanche, les zones de haute montagne, le sud du Massif Central, la Bretagne, sont des zones où les prélèvements sont très rares et où la capitalisation du bois est importante.

Le Nord du Massif Central et la région Centre sont des zones où les prélèvements ne sont pas rares malgré une très forte capitalisation du bois sur pied.

Par ailleurs, les prélèvements sont plus fréquents dans les forêts résineuses que dans les forêts feuillues, dans les forêts publiques que privées et dans celles portant des gros bois de qualité. Ils sont également plus fréquents là où l'exploitation est la plus facile et dans les régions du Nord que dans le Sud (Landes de Gascogne exceptées).

Alors que le potentiel de production augmente en France, la récolte forestière stagne depuis plus de 20 ans (Figure 7) malgré l'entrée en production des peuplements résineux issus du FFN et l'augmentation de la demande en bois. Mais la diminution de la récolte en bois feuillus contrebalance cette évolution et conduit à la stagnation de la récolte globale. Cette sous-utilisation du bois disponible conduit à l'augmentation du stock sur pied observée précédemment.



**Figure 7 :** Evolution de la récolte de bois en France de 1990 à 2011. Cumul de la récolte commercialisée (EAB exploitation forestière et scieries) et de l'estimation de la récolte non commercialisée pour la consommation de bois de feu des ménages (INSEE/CEREN).

## 2. L'estimation de la récolte possible

La récolte actuelle correspond à 50 % environ de la production biologique totale<sup>1</sup>. Il semble donc facile de prélever le bois disponible qui s'accumule sur pied pour augmenter considérablement le volume de bois et l'utiliser pour toutes sortes d'usages. Mais cela n'est pas si simple, l'exploitation forestière étant soumise à différentes contraintes que seules les études de disponibilité peuvent prendre en compte de façon détaillée.

Dans cette partie, les méthodes de calcul de la disponibilité seront décrites pour comprendre la différence entre le volume de bois sur pied et sa disponibilité à être récolté.

### 2.1 L'approche générale : estimation par réflexions successives

La disponibilité forestière est le volume de bois disponible à la récolte. A la différence des cultures agricoles, dont le cycle de production ne dure qu'une année, les arbres forestiers mettent plusieurs décennies, voire plusieurs siècles pour arriver à maturité. La récolte de la production biologique annuelle d'un arbre est donc différée dans le temps. Chaque année, on récolte du bois produit et accumulé pendant parfois 200 ans.

Le calcul de la disponibilité forestière doit donc intégrer ce phénomène. Il en résulte un procédé complexe qui se déroule en plusieurs étapes résumées dans la Figure 8.

<sup>1</sup> La production biologique bois fort tige estimée par l'IGN est de 89 Mm<sup>3</sup>/an. Il faut rajouter l'accroissement des branches de plus de 7 cm de diamètre qui constituent environ 20 à 30 % des tiges. La production biologique totale de bois fort est de l'ordre de 110 Mm<sup>3</sup>.

Chacune de ces étapes revient à distinguer, ce qui dans la précédente est effectivement disponible de ce qui ne l'est pas. C'est un processus par réflexions successives.

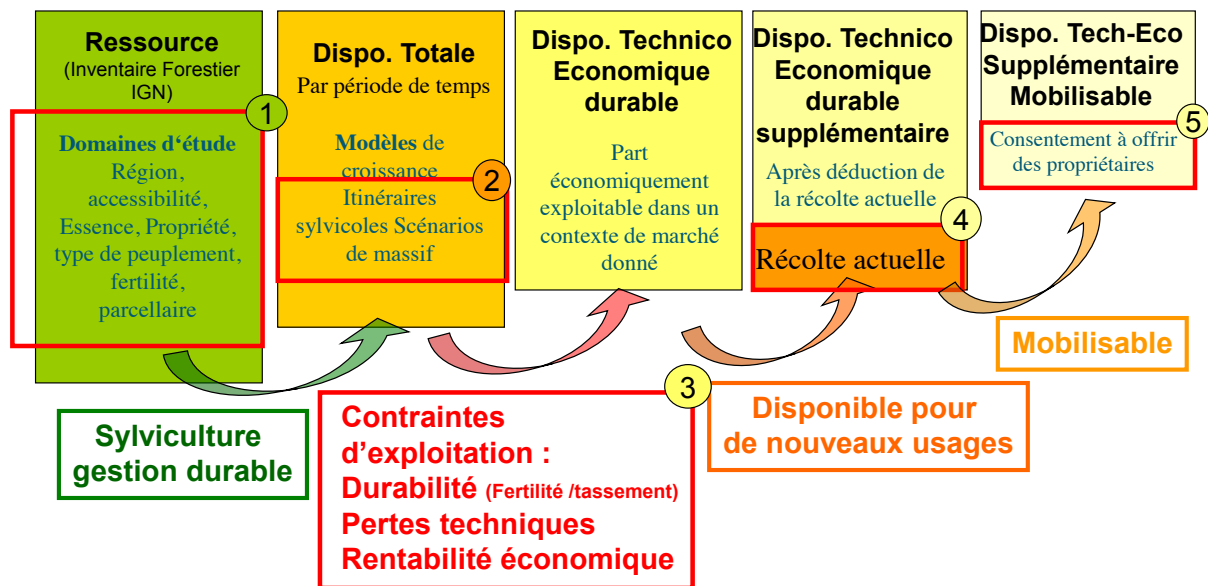


Figure 8 : Description du calcul de la disponibilité par réflexions successives.

## 2.2 L'estimation de la disponibilité totale

La première étape consiste à décrire la forêt en fonction des essences, des catégories de propriété, des structures forestières à partir des données fournies par l'Inventaire Forestier de l'IGN.

En deuxième lieu, on définit des itinéraires sylvicoles pour chaque ensemble de forêts de caractéristiques similaires. Ces itinéraires prévoient en fonction du temps et du stade de développement des peuplements, les coupes à réaliser et donc les volumes à récolter.

Le volume ainsi calculé de la récolte potentielle constitue **la disponibilité totale**.

## 2.3 La disponibilité technico économique

La troisième étape prend en compte les contraintes physiques et économiques qui empêchent l'exploitation de certaines parcelles.

La pente ou la portance des sols interdit parfois l'accès des machines de bucheronnages ou des engins de débardage. La faible quantité des bois sur pied, leur faible qualité ou valeur, la distance à la route peuvent compromettre l'équilibre économique de l'exploitation.

La prise en compte de ces différents critères permet de comparer le coût des produits forestiers ramenés bord de route (y compris le prix payé au propriétaire) à leur valeur sur le marché (hors coût de transport sur le site de transformation). Si la valeur des produits est supérieure au coût de mise sur le marché, la parcelle est déclarée exploitable. C'est la disponibilité **technico-économique**. Sinon, la parcelle et le volume correspondant sont déclarés inexploitable.

## 2.4 La disponibilité technico économique supplémentaire

Si on déduit la récolte courante de la disponibilité technico économique, on obtient la **disponibilité supplémentaire**, c'est-à-dire la disponibilité non encore utilisée pour les usages courants, et qui permet d'envisager le développement de nouvelles industries, c'est la quatrième étape.

Jusqu'à présent, la récolte n'était connue que par les enquêtes de récolte et de consommation (EAB Exploitation Forestière et Scierie, Enquête INSEE/CEREN sur la consommation de bois de feu des ménages). Maintenant, les observations de prélèvement réalisées par l'IGN permettent de préciser les peuplements, les essences, les diamètres récoltés. On peut ainsi mieux caractériser ce qui reste disponible à la récolte.

Mais si une partie de la disponibilité n'est pas récoltée aujourd'hui, c'est que certains propriétaires ne veulent pas, pour différentes raisons, qui ne sont pas forcément techniques ou économiques, mettre la production de leur forêt sur le marché. Il faudrait donc encore déduire la part de la disponibilité détenue par ces propriétaires. Mais cette part est encore mal connue et son estimation devra être améliorée (*cf. infra*). Cette cinquième étape n'est donc pas encore réalisée.

### *2.5 Les résultats des dernières études de ressource nationales*

Les dernières études nationales de disponibilité (Ginisty, 2009 ; Colin 2010) montrent que l'écart entre la disponibilité et la récolte n'est pas aussi élevé que le laisserait le supposer la comparaison de la récolte avec la production biologique : dans les conditions économiques actuelles, il semble difficile de récolter plus de 75 à 80 millions de m<sup>3</sup> soit 20 à 25 millions de m<sup>3</sup> de plus que la récolte courante. Cette disponibilité est principalement constituée de feuillus, comme le laissait supposer l'accumulation du bois sur pied.

Si les calculs confirment les caractéristiques des gisements supplémentaires, ils montrent également qu'on ne peut pas non plus énormément augmenter la récolte, à moins de modifier l'économie de la filière bois (augmentation du prix des produits forestiers bord de route) ou d'améliorer les conditions d'exploitation (mécanisation, desserte forestière).

## **3. Les nouvelles méthodes pour une approche la plus précise et la plus détaillée possible de la récolte.**

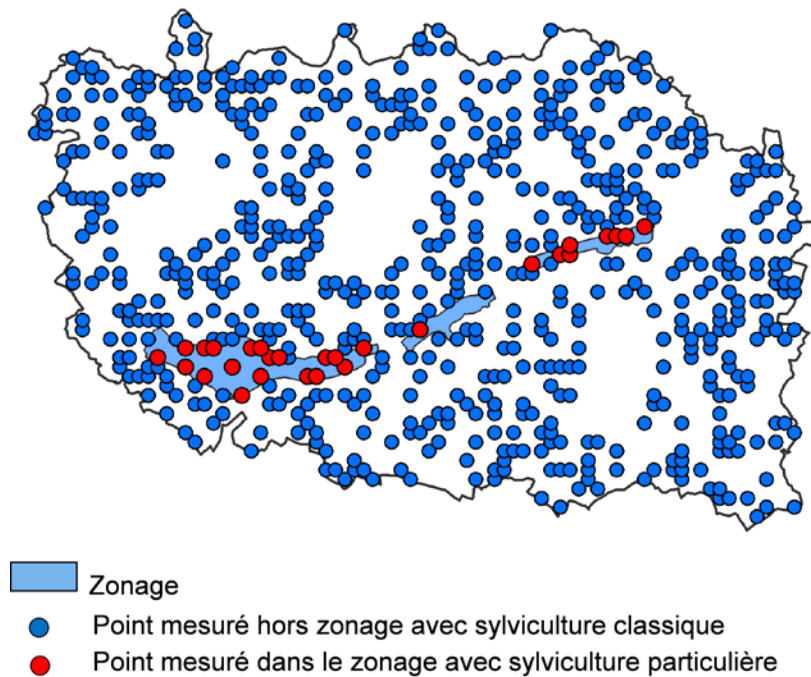
### *3.1 La prise en compte des critères spatiaux pour l'estimation de la disponibilité*

La nouvelle méthode d'Inventaire Forestier mise en place depuis 2005, du fait de son échantillonnage systématique, permet de croiser la couche des points inventoriés avec des couches géographiques diverses. On affecte ainsi aux points d'inventaire des informations externes non contenues dans les données initiales. Cette nouvelle possibilité permet d'enrichir les données d'inventaire et d'affiner les résultats des études de disponibilité forestières (Thivolle-Cazat, 2012).

Par exemple, si on croise ainsi une couche géographique représentant les zones humides avec l'ensemble des points mesurés par l'IGN (Figure 9). Dans le cadre d'un règlement pour ces zones humides, on sait que les coupes rases sont interdites et la sylviculture irrégulière encouragée, on affectera des itinéraires sylvicoles différents selon qu'un point est situé dans cette zone humide ou non. La disponibilité calculée sera donc plus proche de la disponibilité réelle.

Il est ainsi possible de prendre en compte toutes sortes de zonages susceptibles de modifier la sylviculture (réserves biologiques, zones de protection de biotope, parcs nationaux ou régionaux, zones de captage d'eau, etc.). (Thivolle-Cazat, 2012).





**Figure 9 :** Intersection d'une couche géographique avec les points mesurés par l'Inventaire Forestier. L'ajout d'une information extérieure permet d'affecter des sylvicultures différentes selon qu'ils sont situés dans cette zone géographique ou non.

### *3.2 Les données cadastrales et la prise en compte de la capacité à offrir des propriétaires*

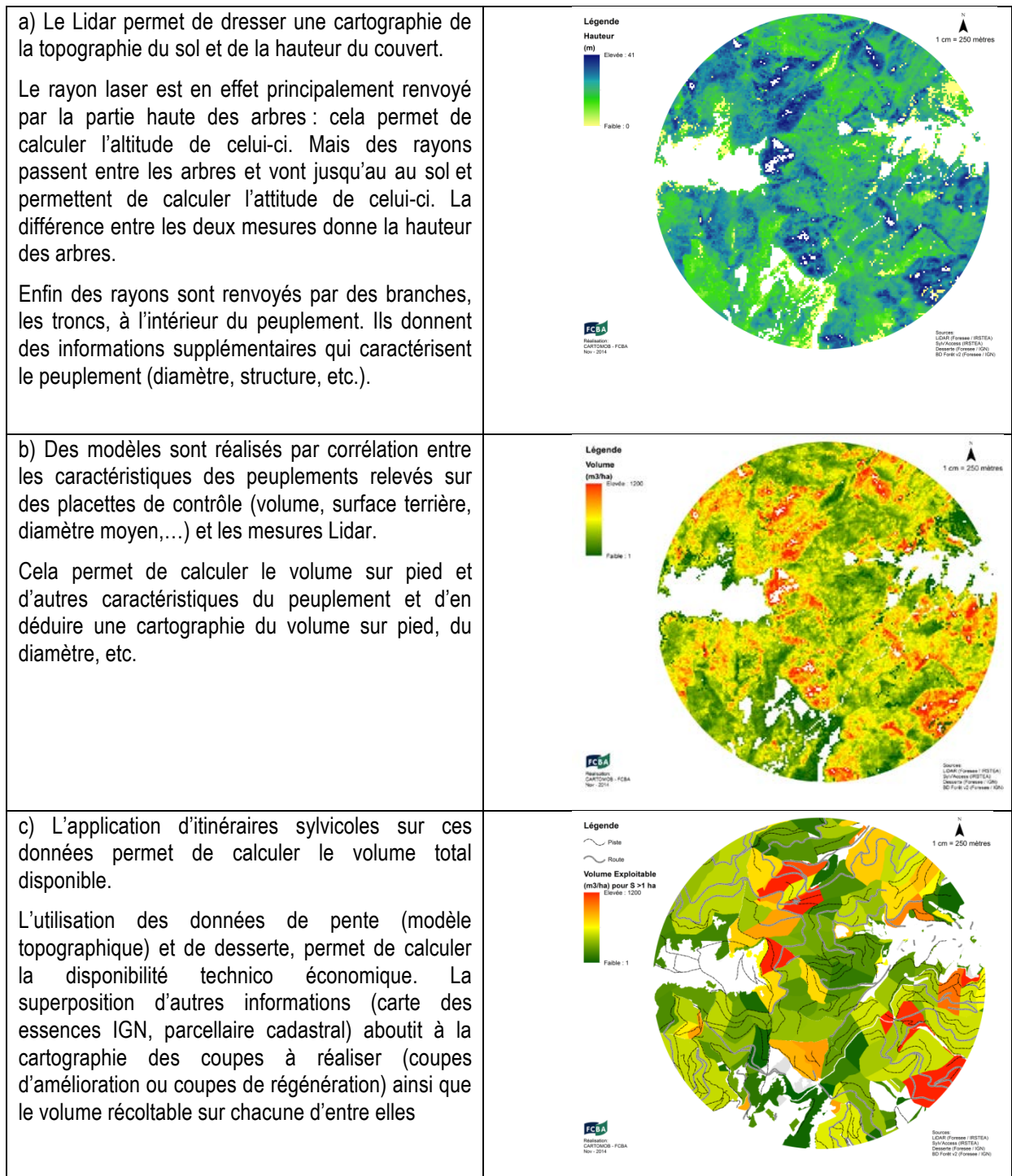
Une des limites majeures du calcul de la disponibilité est actuellement la prise en compte de la disponibilité à vendre des propriétaires forestiers, et particulièrement des propriétaires privés dont les motivations et les objectifs sont très variables.

Pour aborder cette question, on envisage de croiser la couche géographique du parcellaire cadastral avec les points mesurés par l'IGN. Mais la couche géographique du parcellaire cadastral n'est pas réalisée selon les mêmes règles que les couches cartographiques de l'IGN. Elle doit donc être re-projetée dans le même référentiel ; cela représente un travail important qui n'est pas encore terminé au niveau national.

Quand cela sera fait, on pourra relier les caractéristiques du parcellaire et du propriétaire à celles de la forêt. La disponibilité pourra être ventilée selon la taille de la propriété, le type de propriétaire (personne physique ou morale,...), son âge, l'éloignement de son domicile de sa forêt, etc. En fonction de ces caractéristiques, on estimera la propension des propriétaires à mettre leurs produits forestiers sur le marché. En attendant cette possibilité qui constitue l'objectif final, on peut déjà utiliser la couche géographique des plans simples de gestion pour affecter des itinéraires de gestion particuliers par rapport aux autres propriétés privées de même nature.

### *3.3 Le Lidar aérien, vers une spatialisation de la ressource et des disponibilités avec le projet ANR FORESEE*

La technologie du Lidar aérien permet de mesurer à la fois l'altitude du sol et du couvert forestier. La Figure 11 décrit les différentes étapes qui permettent de calculer une disponibilité technico économique par parcelle cadastrale à partir de données Lidar.



**Figure 10:** Les étapes de l'utilisation des données du Lidar aérien (résultats issus du projet ANR FORESEE 2014).

Cette technologie a été mise en œuvre dans le projet ANR FORESEE d'où sont tirés les résultats présentés.

Par rapport aux données d'inventaire IGN, le Lidar apporte la spatialisation de l'information. Cette technique nécessitera toujours des levés de terrain pour caler les modèles et apparaît donc complémentaire plutôt que concurrente des données d'inventaire classique.

Avec cette spatialisation, on pourra localiser les peuplements nécessitant une intervention sylvicole ; le travail de prospection et de mobilisation des coopératives, des exploitants forestiers ou des sociétés d'approvisionnement sera ainsi facilité ; le lien avec le cadastre permettra à ces acteurs de contacter les propriétaires pour leur proposer leurs services ; les aménageurs pourront localiser les zones peu accessibles à l'exploitation forestière, déterminer le tracé optimal des routes et des pistes pour en rentabiliser la réalisation.

Le développement de cette technologie très prometteuse est cependant encore limité par son coût, mais les moyens techniques progressent très rapidement et l'utilisation de drones, de capteurs plus légers et plus performants, ouvre des perspectives encore inimaginables il y a dix ans.

## Conclusions et perspectives

Depuis plus d'un siècle, la forêt française augmente en surface et accumule du bois sur pied. Cette augmentation est plus marquée pour le feuillu que pour le résineux ; elle est aussi plus sensible en forêt privée que publique et c'est dans les régions les moins forestières qu'elle est la plus visible (Nord Ouest par exemple).

Le facteur le plus important pour l'augmentation de la surface est la déprise agricole, même s'il a été accompagné de grandes campagnes de boisement financées par le FFN. L'augmentation du volume est bien sûr liée à l'augmentation de la surface forestière, mais elle est aggravée par l'atonie de la récolte de bois qui ne prélève que 50 % de la production biologique. Et les régions de plus forte capitalisation de bois sur pied correspondent à celles où les prélèvements sont les moins fréquents.

L'intensification de la récolte semble donc permise. Néanmoins, l'analyse de la localisation des prélèvements montre que c'est là où l'exploitation est la plus difficile que les prélèvements sont aussi les plus faibles (zones de montagne en particulier). Le calcul de la disponibilité technico économique montre que, dans les conditions économiques actuelles les volumes récoltables en plus de la récolte courante, ne sont pas aussi élevés que ce que laisse supposer l'écart entre les prélèvements observés et la production biologique. Et pour l'instant, ces calculs ne prennent pas en compte la disposition à vendre des propriétaires forestiers, ce qui ne peut que surestimer la disponibilité réelle.

Les améliorations des calculs de disponibilité (prise en compte de la disposition à vendre des propriétaires, prise en compte des zonages géographiques ayant une influence sur la sylviculture) permettront d'affiner l'estimation de la disponibilité.

D'autres outils comme le Lidar vont bientôt permettre de mieux localiser la ressource disponible pour faciliter le travail de prospection et de mobilisation des acteurs de terrain et permettront, chaque fois que c'est possible, d'améliorer le taux de prélèvement forestier. Le projet FORESEE en a démontré la faisabilité et des perspectives d'amélioration sont déjà à portée de main concernant les techniques d'acquisition, de traitement des données et de baisse des coûts, ce qui conduira à une augmentation de la précision et de la disponibilité des données. On ne peut douter que ces informations, associées à d'autres (télédétection satellitaire, photogrammétrie, etc.) feront rapidement l'objet d'une large diffusion et permettront une meilleure mobilisation de la ressource forestière.

## Références bibliographiques

Colin A., Hervé J-C., Lucas S., 2011. Prélèvements de bois en forêt et production biologique: des estimations directes et compatibles. IF N° 28, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> trimestre 2011

Colin A., Thivolle-Cazat A., Coulon F., 2010. Biomasse Forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020. Rapport d'étude - Contrat ADEME/IFN, FCBA, SOLAGRO - 2009 2010

Daubrée L., 1908. Statistiques et atlas des forêts de France par M. Lucien Daubrée d'après les renseignements fournis par les agents des Eaux-et-Forêts. Tomes 1 et 2

Derrière N., Wurpillot S., Vidal C., 2013. Un siècle d'expansion des forêts françaises. IF N°31.

FORESEE 2014. Forest Resource Estimation for Energy. ANR FCBA (coordination), Irstea, ONF, IGN, 2011-2014.

Ginisty C., Chevalier H., Vallet P., Colin A., 2009. Evaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN « nouvelle méthode ». Rapport d'étude Convention Cemagref/IFN/DGFAR N°E 10 / 08 du 19 juin 2008.

Thivolle-Cazat A., Colin A., 2012. 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.