



Sommaire

44 millions de mètres cubes de bois fort tige prélevés en forêt par an **p. 1**

Pourquoi estimer directement les prélèvements en forêt ? **p. 5**

Des prélèvements exprimés en volume aérien total **p. 6**

Un nouveau calcul de la production en volume **p. 7**

Une production biologique annuelle de l'ordre de 85 millions de mètres cubes **p. 8**

Un nouveau calcul de la production : quel impact ? **p. 12**

Un bilan cohérent avec les données de prélèvement **p. 12**

Perspectives **p. 16**

Prélèvements de bois en forêt et production biologique : des estimations directes et compatibles

En 2007, le Grenelle de l'Environnement et les Assises de la Forêt ont défini des objectifs de récolte annuelle supplémentaire. Pour suivre les effets de la politique forestière mise en place dans ce but, il est nécessaire de mieux connaître les prélèvements réalisés en forêt et de les suivre dans le temps. Il est également fondamental de s'assurer que ces prélèvements supplémentaires ne sont pas contraires aux principes de gestion durable des forêts à moyen et long termes. Ceci implique la mise au point d'indicateurs de suivi pertinents.

Dans le même temps, le contrat d'objectifs État-IFN 2007-2012 fixe à l'Inventaire forestier national une nouvelle mission d'estimation des prélèvements en forêt. En 2011, les premiers résultats d'une estimation directe des prélèvements sont disponibles. La France dispose pour la première fois d'estimations compatibles, exprimées dans la même unité « volume bois fort tige », de la production biologique, du prélèvement, de la mortalité et du volume sur pied. Ce numéro détaille la méthode d'évaluation des prélèvements. Il donne les limites de ces premiers chiffres : une seule campagne d'inventaire couvrant une période de cinq années perturbée par la crise économique et la tempête Klaus. Il détaille également pourquoi le calcul de la production biologique a dû être repensé. Il montre aussi que le calcul du bilan « production – prélèvement – mortalité » est cohérent avec l'évolution moyenne, à la hausse, du stock de bois sur pied observé ces dernières décennies (cf. L'IF n°27 de juin 2011).

44 millions de mètres cubes de bois fort tige prélevés en forêt par an

La première estimation des prélèvements annuels en forêt de production (Encadré A) est une moyenne sur la période 2005-2010. Elle est à considérer en tenant compte de différents facteurs conjoncturels :

- un marché des bois porteur en 2007 ;
- la crise économique commencée en 2008 ;
- la tempête Klaus de janvier 2009, qui a généré plus de 40 millions de mètres cubes de dégâts, a entraîné un quasi arrêt des coupes de pin maritime indemne et une forte diminution des coupes d'autres résineux.



Fig.1 : Des prélèvements en forêt

Le marché du bois a ainsi été fortement perturbé en France à partir du début de l'année 2009 par la tempête Klaus et la crise économique mondiale, qui ont impacté tant les récoltes de bois feuillus que résineux.

Le volume annuel prélevé sur la période 2005-2010, hors récolte des chablis Klaus (comptabilisée à part, Encadré B), est estimé en moyenne à 40,4 millions de mètres cubes (Mm^3) avec un intervalle de confiance de 4,1 Mm^3 .

Il s'agit d'un volume bois fort tige IFN, sur écorce et partie aérienne de la souche comprise, sorti du stock vif sur pied, ne comprenant ni les branches ni d'éventuels prélèvements sur des arbres de diamètre inférieur à 7,5 cm de diamètre à 1,30 m, ni les arbres non vifs sur pied en 2005. Il est calculé dans les forêts de production, peupleraies comprises.

Cette valeur moyenne des prélèvements sur la période 2005-2010 n'est pas représentative car affectée par la forte baisse des coupes sur arbres vifs postérieures à la tempête Klaus.

L'enquête annuelle de branche « exploitation forestière » (Encadré D) évalue ainsi à 25 Mm^3 les récoltes sur arbres vifs en 2009, pour une moyenne de 37 Mm^3 pour les années 2005 à 2008. En extrapolant cette

baisse aux six premiers mois de 2010 (inclus dans la période d'estimation IFN), cela représenterait 18 Mm^3 de moins cumulés sur la période de 5 ans, engendrant une baisse de l'ordre de 4 Mm^3 /an sur la moyenne quinquennale.

Comme on constate par ailleurs que les prélèvements évalués par l'IFN sont légèrement supérieurs à l'évaluation de l'enquête annuelle de branche « exploitation forestière », on peut considérer que les perturbations postérieures à Klaus et à la crise économique entraînent une baisse d'au minimum 4 Mm^3 /an sur les prélèvements moyens qui seraient donc en période normale de l'ordre de 44 Mm^3 /an.

On peut noter également que les récoltes sur les chablis Klaus, évalués par l'IFN à 20 Mm^3 (Encadré B), soit 4 Mm^3 répartis sur cinq ans, semblent à peine compenser cette baisse.

On retiendra donc un chiffre de 44 Mm^3 /an pour le volume annuel moyen prélevé sur 2005-2010. Il peut être interprété soit comme

le prélèvement moyen sur arbres vifs avant Klaus (2005-2008), soit comme le prélèvement moyen sur toute la période, récolte sur les chablis Klaus incluse.

L'intervalle de confiance associé à ce chiffre est important (plus de 10 % de la valeur) car le calcul se rapporte à une unique campagne d'inventaire alors que d'ordinaire les résultats statistiques d'inventaire IFN reposent sur cinq campagnes. De plus, l'information n'est pas également répartie sur l'ensemble des points de l'échantillon comme c'est le cas pour l'estimation du volume sur pied ou de la production. Ce sont surtout les points sur lesquels des coupes sont observées qui apportent de l'information pour établir une estimation. Or ils ne constituent qu'environ 16 % du nombre total de points d'inventaire revisités (Fig. 2). C'est pourquoi, intrinsèquement, à nombre de points identique, l'incertitude statistique est plus élevée sur les estimations de prélèvements que sur les autres résultats d'inventaire.

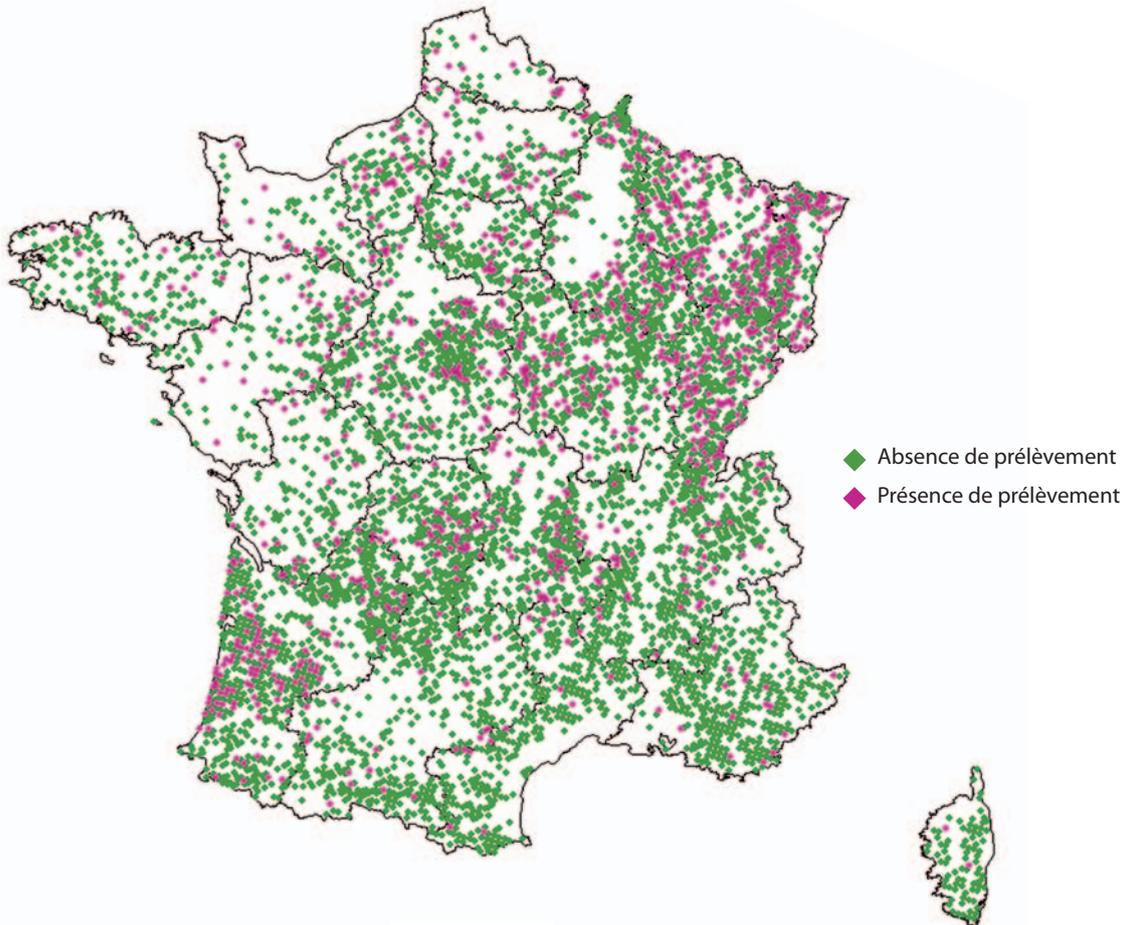


Fig. 2 : Les placettes d'inventaire où des prélèvements ont été observés entre 2005 et 2010 (hors chablis Klaus)

Comment estimer les prélèvements en forêt ?

La méthode développée par l'IFN consiste à revenir sur toutes les placettes « forêt » et « peupleraie » inventoriées cinq ans auparavant et sur lesquelles des arbres vivants avaient été observés. Le choix du pas de temps de cinq ans correspond à la période d'évaluation des autres flux (croissance des arbres et mortalité). Une période d'observation de plusieurs années est également nécessaire pour diminuer l'incertitude statistique.

Cette méthode fournit une estimation des volumes coupés entre 2005 et 2010 (à comprendre entre mi-2005 et mi-2010 en moyenne, les deux visites ayant lieu tout au long d'une campagne annuelle d'inventaire), sur les arbres vifs en 2005 (mi-2005 en moyenne).

Testée en 2008 et 2009, la méthode et les résultats qu'elle produit ont été présentés au comité scientifique et technique de l'établissement qui en a approuvé le principe. La méthode d'évaluation a ainsi été déployée sur l'ensemble du territoire métropolitain dès 2010. Tous les points inventoriés en 2005, à l'exception de ceux qui ne présentaient pas d'arbres recensables vivants, soit 5 891 points, ont fait l'objet de nouvelles observations au niveau de la placette :

- couverture du sol cinq ans après (forêt/non forêt) ;
- indicateur d'incident de moins de 5 ans (absence d'incident, chablis, incendie) ;
- indicateur de prélèvement de moins de 5 ans (aucune souche, au moins une souche, coupe rase).

Sur les seuls points où au moins un prélèvement de moins de 5 ans est signalé, l'état de végétation de tous les arbres vivants inventoriés cinq ans auparavant est noté : arbre vivant sur pied, arbre mort sur pied, arbre chablis, arbre coupé. Un arbre est noté coupé que la grume ait été vidangée ou non et que la souche soit déracinée ou non.

À partir de ces nouvelles informations qualitatives de prélèvement et des informations collectées lors de la campagne 2005 sur les mêmes arbres des mêmes points (essence, circonférence, hauteur, etc.), il est possible de calculer les prélèvements réalisés sur la période de cinq ans. Ne connaissant pas la date exacte de coupe, on considère que celle-ci a eu lieu en moyenne 2,5 ans après le premier passage des agents de terrain. La croissance des arbres coupés (= gain de volume sur les 2,5 ans théoriques précédant la coupe) est prise en compte pour actualiser les volumes prélevés à la date de coupe. C'est cet accroissement de volume des arbres coupés, qui correspond à leur apport à la production biologique de la forêt durant la période, qui est comptabilisé dans la production biologique sous le terme production des arbres coupés. À l'instar des volumes sur pied, les volumes prélevés sont exprimés en volume bois fort tige sur écorce (Fig. a).

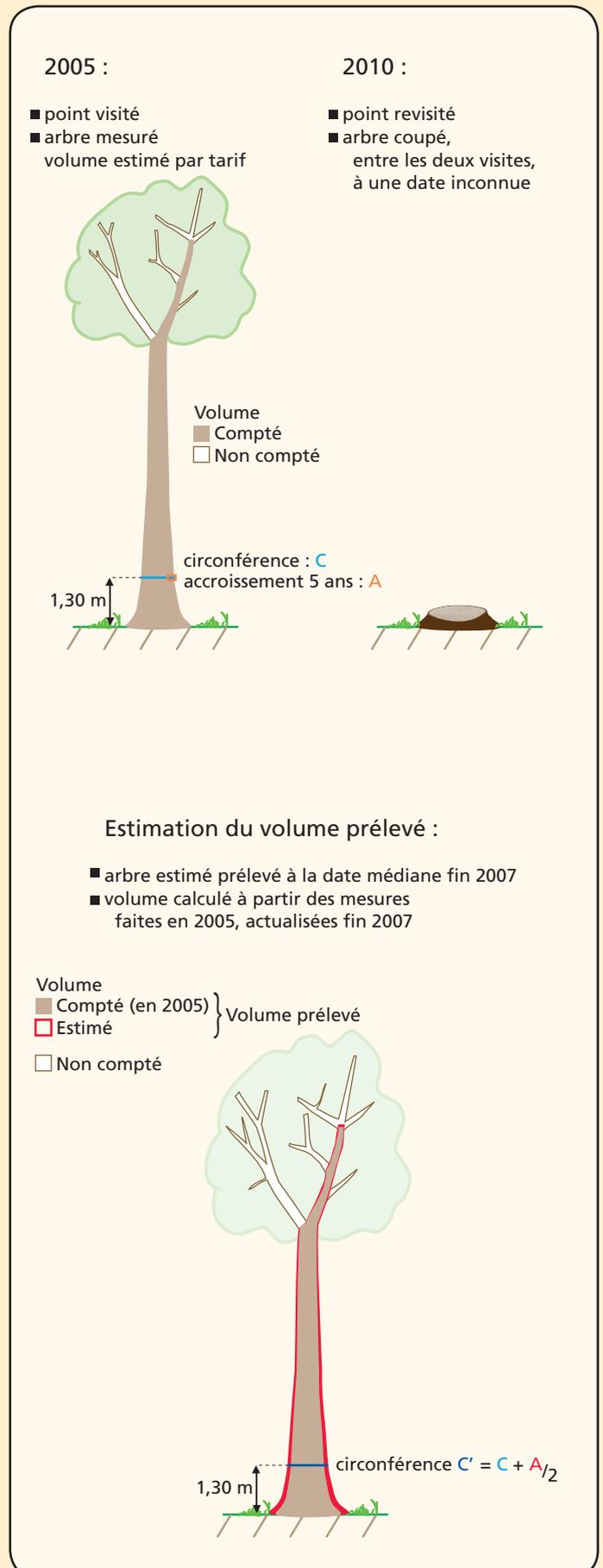


Fig. a : Le volume prélevé : un volume bois fort tige actualisé à la date médiane de la période

Hors chablis Klaus, le volume prélevé en forêt privée s'élève à 25,6 Mm³/an soit 63 % de la récolte nationale (Tableau 1). Il est de 6,5 Mm³/an en forêt domaniale (16 % de la récolte) et de 8,3 Mm³/an dans les autres forêts publiques (21 % de la récolte). Ainsi, 37 % des prélèvements ont eu lieu dans des forêts publiques gérées par l'ONF sur la période 2005-2010.

Pour les chablis Klaus, 96 % des prélèvements ont eu lieu en forêt privée où étaient concentrés 95 % des dégâts.

Toujours hors chablis Klaus, les coupes de feuillus et de résineux apparaissent

sensiblement égales, à 20,2 Mm³/an (Tableau 2 et Fig. 3). Les essences les plus récoltées sont les chênes rouvre et pédonculé (6,5 Mm³/an), le pin maritime (6,1 Mm³/an, et avant Klaus, plus de 8,5 Mm³/an), l'épicéa commun (4,8 Mm³/an) et le hêtre (4,3 Mm³/an).

Pour les chablis Klaus, les prélèvements ont porté presque exclusivement sur le pin maritime (19 ± 9 Mm³). Pour les autres essences touchées prises individuellement, la précision statistique est insuffisante pour publier des résultats (Fig. 4).

Catégorie de propriété	Volume prélevé hors chablis Klaus (Mm ³ /an)
Domaniale	6,5 ± 1,5
Autre forêt publique	8,3 ± 1,6
Privée	25,6 ± 3,7
Total	40,4 ± 4,1

Tableau 1 : Prélèvements annuels moyens sur la période 2005-2010 par catégorie de propriété (hors chablis Klaus)

Essence	Volume prélevé hors chablis Klaus (Mm ³ /an)
Chêne pédonculé	2,5 ± 0,8
Chêne rouvre	4,0 ± 0,8
Chêne pubescent	0,6 ± 0,4
Hêtre	4,3 ± 1,2
Châtaignier	1,7 ± 1,1
Charme	1,6 ± 0,5
Frêne	0,8 ± 0,6
Autres feuillus	4,6 ± 1,4
Total feuillus	20,2 ± 2,6
Pin maritime	6,1 ± 1,8
Pin sylvestre	2,1 ± 0,9
Sapin pectiné	2,6 ± 0,9
Épicéa commun	4,8 ± 1,7
Douglas	2,3 ± 1,7
Autres résineux	2,3 ± 1,4
Total résineux	20,2 ± 3,4
Total	40,4 ± 4,1

Tableau 2 : Prélèvements annuels moyens sur la période 2005-2010 par essence (hors chablis Klaus)

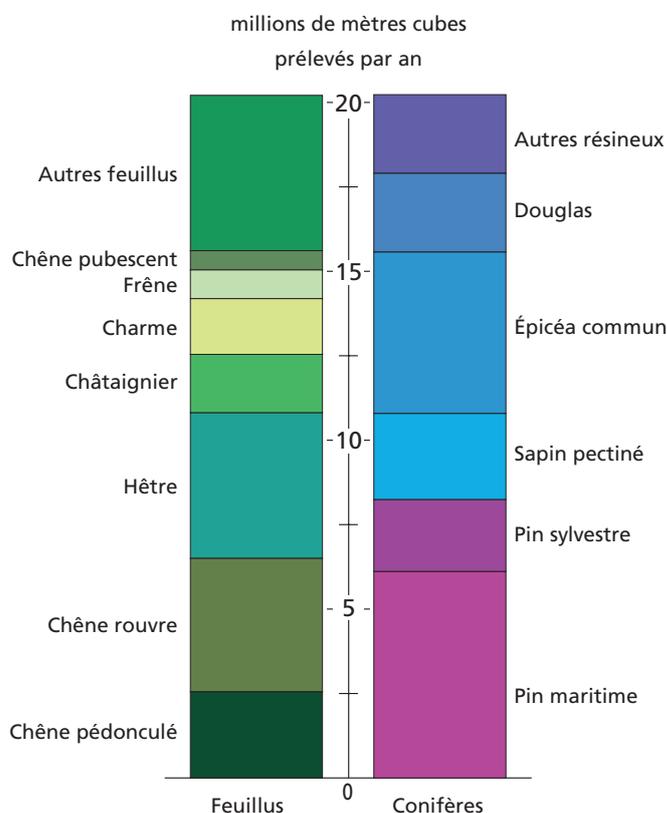


Fig. 3 : Prélèvements annuels moyens sur la période 2005-2010 par essence (hors chablis Klaus)

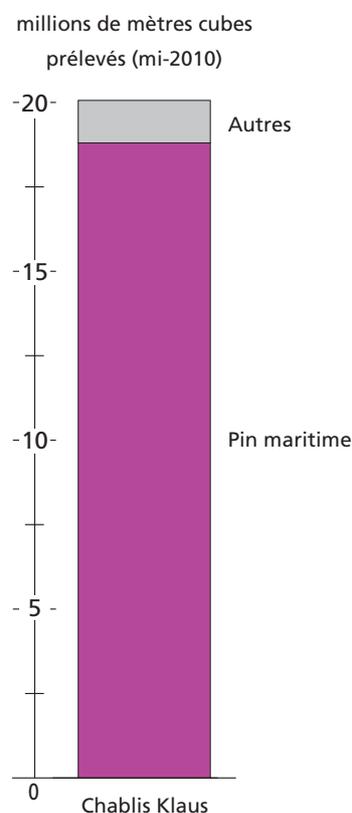


Fig. 4 : Prélèvements liés à la tempête Klaus

Les prélèvements sur chablis suite à la tempête Klaus

Les équipes de l'IFN ont réalisé une estimation des dégâts de la tempête Klaus par retour sur le terrain dans les trois régions administratives touchées (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon). Une information supplémentaire est alors disponible pour tous les arbres vifs recensés en 2005 dans cette zone : leur état de végétation (vif, chablis ou volis, coupé ou mort avant tempête) au lendemain de la tempête, soit en février 2009.

Grâce à cette information complémentaire par rapport au protocole ordinaire, il est possible de distinguer les prélèvements issus des chablis et volis Klaus des autres. Du fait

du caractère exceptionnel et bien daté de ces chablis et volis, le volume exploité sur ces dégâts est comptabilisé séparément.

La croissance des arbres qui ont été coupés après Klaus est prise en compte sur une période de 3,5 ans (nombre moyen de saisons de végétation entre 2005 et le 24 janvier 2009).

Pour un total de dégâts en volume actualisé au jour de la tempête estimé à 47 millions de mètres cubes, le volume total des prélèvements sur chablis Klaus est estimé à 20 Mm³ avec un intervalle de confiance de 9 Mm³, à une date moyenne de l'ordre de fin février 2010.

Hors chablis Klaus, les arbres de diamètre supérieur à 37,5 cm représentent 43 % de la récolte (17,2 Mm³/an). Un tiers de la récolte (13,6 Mm³/an) concerne des bois de 22,5 à 37,5 cm de diamètre et près d'un quart est constitué de petits bois (9,6 Mm³/an) issus de coupes d'éclaircie et de taillis.

Le volume prélevé annuel représente 1,6 % du stock sur pied de petits bois, 1,7 % du stock pour les arbres de 22,5 à 37,5 cm de diamètre et 1,8 % du stock pour les arbres de diamètre supérieur.

En termes de répartition géographique (Tableau 3), les prélèvements sont les plus importants dans le Nord-Est (14,9 Mm³/an) et les plus faibles dans le Sud-Est (1,3 Mm³/an). Ils sont de 7 à 9 Mm³ par an dans les trois autres interrégions.

Le ratio volume prélevé / volume sur pied peut être interprété comme un indicateur qualitatif de fréquence de coupe. Il est de 2,2 % dans le Sud-Ouest, 2,1 % dans le Nord-Est, 1,9 % dans le Nord-Ouest, 1,3 % dans le Centre-Est et de 0,5 % dans le Sud-Est.

Zone géographique	Volume prélevé hors chablis Klaus (Mm ³ /an)
Nord-Ouest	9,0 ± 1,9
Nord-Est	14,9 ± 2,0
Centre-Est	6,9 ± 2,0
Sud-Ouest	8,3 ± 2,3
Sud-Est	1,3 ± 0,8
Total	40,4 ± 4,1

Tableau 3 : Prélèvements annuels moyens sur la période 2005-2010 par grande zone géographique (hors chablis Klaus)

Pourquoi estimer directement les prélèvements en forêt ?

Jusqu'à présent, si les données relatives à la production biologique et à la mortalité provenaient de l'IFN, celles afférentes aux prélèvements étaient issues :

- de l'enquête annuelle de branche « exploitation forestière » du Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du MAAPRAT : une enquête déclarative qui concerne des volumes exploités et commercialisés ;

- de l'enquête Logement de l'INSEE dépouillé par l'Observatoire de l'Énergie pour estimer les bois consommés par les ménages dont l'autoconsommation.

Or, pour calculer un bilan cohérent de la matière bois vivante en forêt, c'est-à-dire la différence de flux entre le bois vivant entrant (production biologique) et celui sortant (prélèvement, mortalité), il est nécessaire de disposer

d'informations homogènes à différents niveaux :

- même ensemble forestier étudié (la forêt de production) d'un territoire donné ;
- mêmes définitions des volumes concernés et mêmes méthodes de calcul.

Il était donc très difficile d'établir un bilan correct puisque les informations n'étaient homogènes à aucun niveau :

- diversité des territoires pris en compte ; les données de production biologique concernent les seules forêts alors que des bois provenant de haies sont déclarés dans l'enquête SSP ;
- absence d'homogénéité des volumes pris en compte du fait de modes de collecte de l'information différents : des observations directes sur le terrain d'une part et des questionnaires

portant uniquement sur la récolte commercialisée d'autre part, ce qui exclut les pertes d'exploitation et l'autoconsommation ;

- variabilité du ou des compartiment(s) pris en compte en fonction de la conjoncture, de la demande du marché, des matériels d'exploitation et des capacités de transformation locales. Les volumes de trituration et de bois de feu déclarés dans l'enquête SSP peuvent alors comprendre des branches selon des découpes variables.

Pour lever ces limites, l'évaluation directe des prélèvements en forêt a été une des missions supplémentaires confiée à l'IFN dans le cadre de son contrat d'objectifs 2007-2012. Comme illustré dans le paragraphe précédent, la France dispose désormais de données lui permettant de dresser un bilan homogène des flux à l'origine de l'évolution du stock d'arbres vifs sur pied dans les forêts de production.

Des prélèvements exprimés en volume aérien total

Une autre estimation peut également être calculée en ne se limitant pas au volume bois fort tige mais en considérant l'ensemble du volume aérien (tige + branches jusqu'à l'extrémité des bourgeons) des arbres recensables. Quand un arbre est abattu, c'est potentiellement toute la tige et le houppier qui peuvent être exploités. Cette estimation est beaucoup moins robuste que celle

relative aux prélèvements exprimés en volume bois fort tige car elle repose sur des tarifs de cubage plus généraux élaborés par la recherche sur des échantillons d'arbres plus restreints (Encadré C). Elle est cependant utile pour les acteurs économiques au moment où le chauffage au bois sous différentes formes se développe avec, en particulier, la valorisation de produits issus des houppiers comme

les plaquettes forestières. Ce volume est estimé annuellement à 64 Mm³ pour la période 2005-2010. Il équivaut aux 44 Mm³ de volume bois fort tige évoqués précédemment. Les chiffres issus de l'enquête annuelle de branche « exploitation forestière » et du SOeS fournissent une estimation proche de celle-ci par une méthode indépendante (Encadré D).

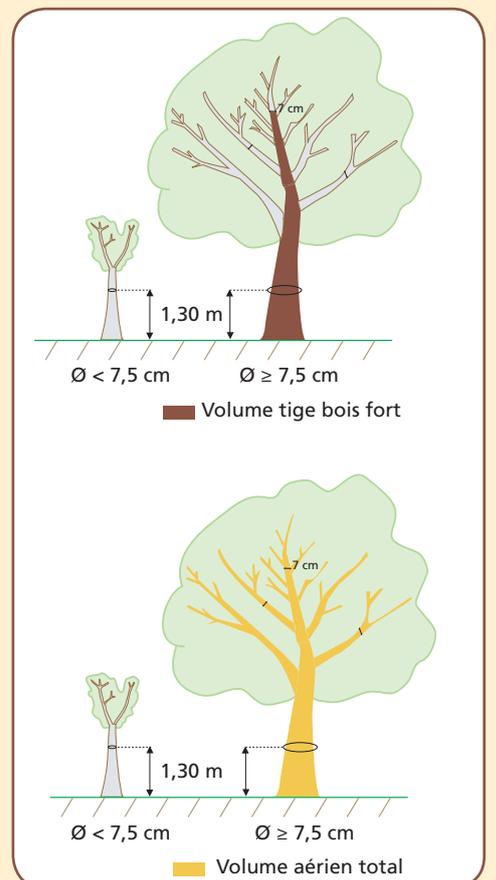
ENCADRÉ C

Le volume aérien total

Le volume aérien total des arbres recensables (tige, grosses branches, petites branches et extrémité de la tige, brindilles, écorce et souche) est calculé pour chaque arbre inventorié par l'IFN au travers de l'emploi de tarifs de cubage développés par la recherche forestière française dans le cadre du projet de recherche Carbofor (Vallet, 2006). Le principe de modélisation du volume aérien total est comparable à celui du volume bois fort tige de l'IFN (prise en compte du facteur de forme). Ces tarifs fournissent le volume aérien total de chaque arbre recensable à partir de ses caractéristiques individuelles (essence, circonférence à 1,30 m et hauteur totale).

Par rapport à l'emploi de facteurs d'expansion moyens par groupe d'essences feuillus et résineuses, l'application arbre par arbre de tarifs de cubage 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.

Cependant, ces tarifs ont été construits sur la base de données historiques de volume aérien total collectées par la recherche forestière française dans la première moitié du XX^e siècle. Au contraire des tarifs de volume bois fort tige construits en 2007 par l'IFN, la représentativité des tarifs de volume aérien total vis-à-vis de l'ensemble de la ressource française actuelle n'est pas assurée. Pour les feuillus par exemple, les tarifs ont principalement été établis à partir d'arbres de futaie et leur validité pour les arbres de taillis sous futaie ou de peuplements irréguliers n'est pas évaluée.



Quels résultats en utilisant l'enquête annuelle de branche « exploitation forestière » ?

L'enquête annuelle de branche « exploitation forestière » recense les volumes commercialisés, déclarés par les exploitants et provenant de toutes origines (forêts, peupleraies, bosquets, haies). Les volumes s'entendent sur écorce et concernent la tige principale et les branches jusqu'à la découpe commerciale, par définition variable. Ils n'incluent pas les pertes en exploitation (trait de scie, écorçage éventuel, souche, petites branches et brindilles).

La récolte moyenne annuelle commercialisée entre 2005 et 2009 est estimée par cette enquête à 37 Mm³ de bois rond sur écorce. Il faut ajouter à ce volume commercialisé la consommation de bois de feu qui ne suit aucun circuit commercial.

Ce chiffre est estimé à partir de l'exploitation de l'enquête Logement réalisée par l'INSEE et dépouillée par l'Observatoire de l'Énergie. Il s'élève à 26 Mm³ (moyenne 2005-2009) dont 70 % proviendraient directement de la forêt. En en déduisant la part de bois de feu commercialisée incluse dans l'enquête annuelle de branche et en tenant compte des importations et des exportations, le volume de bois de feu consommé par les ménages à ajouter serait de 19 Mm³/ an.

Il est généralement admis que les pertes d'exploitation s'élèvent à 10 % de la récolte. Celles-ci s'élèvent donc à environ 5,5 Mm³.

Par cette approche, le volume aérien total récolté serait de 62 Mm³/an sur la période.

Ce chiffre est à comparer aux 64 Mm³ indiqué précédemment et confirme un ordre de grandeur de 60 Mm³. Cette comparaison mérite cependant d'être affinée en renforçant certaines hypothèses :

- amélioration de l'estimation des pertes en exploitation ;
- estimation de la part de bois commercialisé provenant des bosquets et des haies, considérée comme négligeable dans cette comparaison (ce qui est discutable notamment en pays bocager) ;
- précision de l'estimation de la part d'autoconsommation provenant de la forêt.

Un nouveau calcul de la production en volume

La production biologique de bois en forêt correspond à l'accroissement de matière bois produit par la croissance des arbres pendant une période donnée. Elle peut être appréciée, de la même manière que le stock, en volume des tiges seules, en volume total, voire en biomasse, et également en surface terrière (Encadré E).

L'estimation de la production biologique en volume pose un problème particulier, étant donné que l'accroissement en volume (volume tige ou volume total) d'un arbre vif sur pied n'est pas directement mesurable. Ces accroissements en volume sont donc estimés à l'aide de modèles à partir de diverses mesures d'accroissement.

Le précédent calcul de l'accroissement en volume (bois fort tige) reposait sur l'hypothèse d'un facteur de forme de la tige constant au cours de la croissance (Encadré F), ce qui permettait d'exprimer l'accroissement relatif en volume en fonction des accroissements relatifs en grosseur et en hauteur.

Les premières estimations de prélèvements issues des tests de 2008 et 2009 et la construction de nouveaux tarifs de cubage, ont permis de mettre en évidence que cette hypothèse n'était pas vérifiée. Elle entraînait vraisemblablement une surestimation de la production qui empêchait de boucler correctement le bilan des flux en volume, alors que cette difficulté ne se présentait pas pour le bilan en surface terrière.

Un nouveau mode de calcul évitant le recours à cette hypothèse a alors été mis au point. Ce nouveau calcul s'appuie sur la seule mesure d'accroissement véritablement fiable, l'accroissement en grosseur à 1,30 mètre, obtenu par lecture de la largeur des cinq derniers cernes de l'arbre. La variable « accroissement en hauteur » n'entre plus dans le calcul et évite ainsi une mesure très difficile à réaliser sur le terrain et, de ce fait, assez imprécise.



Fig. 5 : Mesure à la tarière de l'accroissement en rayon d'un arbre

Une production biologique annuelle de l'ordre de 85 millions de mètres cubes

L'IFN diffuse des informations obtenues en cumulant cinq campagnes d'inventaire afin de garantir un intervalle de confiance satisfaisant. Au second semestre 2011, l'IFN publie donc des résultats issus des campagnes d'inventaire 2006 à 2010. En ce qui concerne la production biologique, cela correspond à la croissance moyenne des arbres sur neuf saisons de végétation. En effet, l'accroissement des années 2001 à 2005 a été mesuré lors de la campagne 2006, jusqu'à celui des années 2005 à 2009 lors de la campagne 2010. Le résultat publié par l'IFN correspond donc à une moyenne pondérée sur neuf années, avec un poids plus élevé pour les années centrales, ce qui permet d'atténuer partiellement les fluctuations annuelles de la production des arbres vifs (Encadré E).

Basée sur cinq campagnes, la production biologique, comme la surface, le volume sur pied ou le nombre de tiges, peut être ventilée selon l'ensemble des critères relevés par l'IFN. Seuls quelques grands chiffres sont fournis ici à titre d'illustration. Il est possible d'obtenir des résultats plus détaillés sur le site Internet de l'établissement*.

La production biologique annuelle en volume des forêts de production s'établit au niveau national à 85 millions de mètres cubes ($\pm 1,2 \text{ Mm}^3$) sur la période 2001-2009 (campagnes d'inventaire 2006 à 2010). Il s'agit d'un volume IFN, c'est-à-dire qu'il concerne la tige principale arrêtée à la découpe bois fort de 7 cm des arbres recensables au moment de la mesure. Ramenée à l'unité de surface forestière, cela représente une production annuelle moyenne de $5,5 \text{ m}^3$ par hectare au niveau national (Fig. 6).

*Sur le site de l'établissement, pour des raisons techniques, seule la production des arbres vifs est disponible actuellement. Elle représente environ 95 % de la production biologique totale, soit $81,7 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en France (Encadré E).

La répartition par essence montre une prépondérance des feuillus pour lesquels la production s'élève

à $50,8 \text{ Mm}^3$ (60 %). Elle est de $34,2 \text{ Mm}^3$ (40 %) pour les conifères (Tableau 4).

Essence	Production	Production
	Mm ³ /an	Volume sur pied
		%
Chêne pédonculé	6,8 ± 0,2	2,3
Chêne rouvre	6,4 ± 0,2	2,3
Chêne pubescent	2,4 ± 0,1	2,5
Hêtre	7,0 ± 0,3	2,7
Châtaignier	5,0 ± 0,3	4,1
Charme	4,0 ± 0,2	4,1
Frêne	3,4 ± 0,2	3,8
Autres feuillus	15,9 ± 0,5	4,9
Total feuillus	50,8 ± 0,8	3,2
Pin maritime	7,0 ± 0,5	5,1
Pin sylvestre	3,8 ± 0,2	2,7
Sapin pectiné	6,1 ± 0,4	3,3
Epicéa commun	7,3 ± 0,6	3,9
Douglas	5,6 ± 0,6	5,7
Autres résineux	4,4 ± 0,4	3,4
Total résineux	34,2 ± 1,1	3,9
Total	85,0 ± 1,2	3,5

Tableau 4 : Production biologique annuelle en volume des principales essences

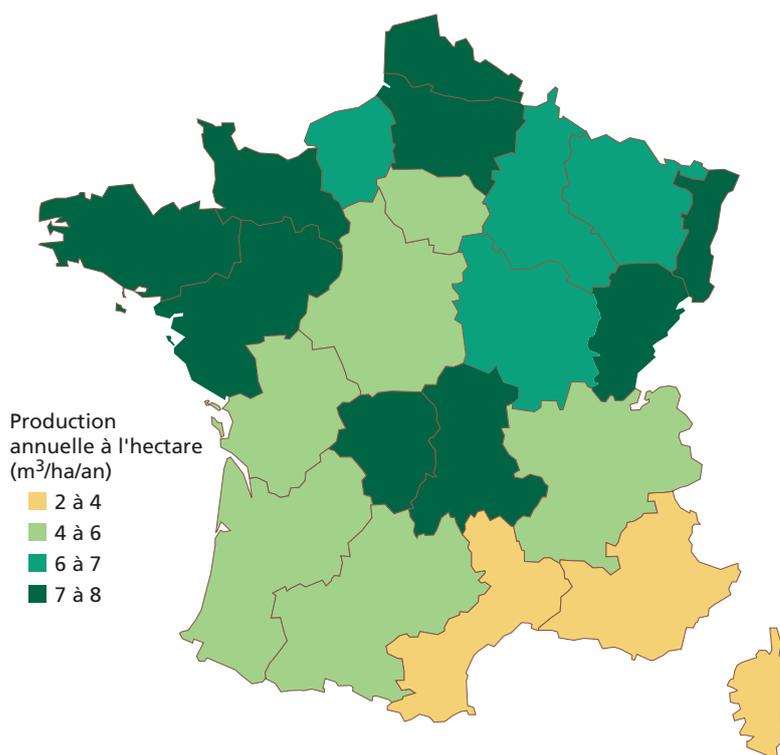


Fig. 6 : Production biologique annuelle en volume à l'hectare par région administrative

Qu'est ce que la production biologique en volume sur une période ?

La production biologique en volume des arbres vifs

Un arbre est un être vivant pérenne. En général, chaque année, il croît en diamètre et en hauteur et son volume de bois tend ainsi à s'accroître au cours du temps.

Chaque essence a une forme spécifique, chaque individu aussi, et notamment selon les conditions édaphiques et climatiques qui président à sa croissance, la structure du peuplement (accès à la lumière) auquel il appartient. Enfin selon son âge, la croissance en volume d'un arbre se porte plus ou moins sur sa hauteur ou sa grosseur en diamètre (croissance en hauteur forte dans sa jeunesse, plus faible quand il est adulte).

Un des objectifs de l'IFN est de calculer l'accroissement annuel en volume de bois d'un domaine qui peut être géographique ou thématique (forêt de production, forêt privée, forêt sur sol brun, forêt de feuillus, etc.). La croissance annuelle des arbres variant beaucoup avec les conditions climatiques (pluviométrie notamment), l'IFN collecte les informations nécessaires au calcul sur une période de cinq ans. La production biologique annuelle de l'ensemble des arbres vifs est obtenue en ajoutant à l'accroissement biologique annuel des arbres vifs recensables (diamètre $\geq 7,5$ cm à 1,3 m) de ce domaine, le « recrutement » à savoir le volume des arbres de ce domaine ayant atteint le diamètre de 7,5 cm durant les cinq dernières années. Ce dernier terme ne pose pas de difficultés particulières de calcul, il correspond au volume IFN des arbres devenus recensables sur la période.

**Production biologique des arbres vifs =
accroissement biologique des arbres vifs + recrutement**

La production biologique en volume sur une période

La production biologique en volume sur une période comprend la production biologique des arbres vifs sur cette période (environ 95 % de la production totale) mais également la production de tous les arbres qui ne sont plus vivants en fin de période mais qui l'étaient en début de période, et qui ont produit du bois pendant une partie de la période considérée.

Il convient donc d'ajouter à la production des arbres vifs :

- la **production des arbres coupés**, c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui ont été coupés au cours de celle-ci ;
- la **production des arbres morts**, c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui sont morts pendant celle-ci. Etant donné que ces arbres sont souvent mourants en début de période, ils contribuent très peu à la production. C'est pourquoi ils ne sont pas pris en compte dans les calculs IFN.
- la **production des arbres chablis** (ordinaires), c'est-à-dire des arbres vifs en début de période et qui ont été renversés (chablis) ou cassés (volis) au cours de celle-ci ; ce terme peut exclure les chablis consécutifs à des événements particuliers bien datés, s'ils sont comptabilisés à part. C'est le cas en l'occurrence pour les chablis Klaus dont la production n'est pas incluse ici, de même que ces chablis eux-mêmes ne sont pas comptés dans la mortalité « ordinaire ».

**Production biologique en volume =
production biologique des arbres vifs
+ production des arbres coupés
+ production des arbres chablis ordinaires**

La mesure de l'accroissement radial sur le terrain

L'accroissement radial des cinq dernières années est mesuré sur tous les arbres vifs inventoriés de la placette. Pour ce faire, les agents de terrain utilisent une tarière de Pressler qui permet d'obtenir une carotte à une hauteur de 1,3 m (Fig. b). Cette carotte est ensuite examinée et mesurée à la loupe pour disposer d'un accroissement radial en dixièmes de millimètres sur les cinq dernières années (Fig. c).

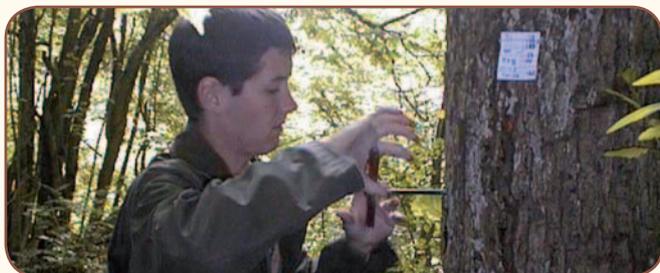


Fig. b : Utilisation de la tarière de Pressler

Le cerne de l'année t n'est marqué qu'à la fin de la saison de végétation, c'est-à-dire vers la fin de l'été ou le début de l'automne. La campagne d'inventaire de l'année t débute en novembre de l'année $t-1$ à un moment où le cerne $t-1$ est pleinement constitué. C'est celui-ci qui est mesuré tout au



Fig. c : Lecture d'une carotte au dixième de millimètres

long de la campagne de l'année t ainsi que les quatre cernes précédents. Le cerne mis en place l'année t n'est pas mesuré. Les mesures 2010 concernent donc bien les années de croissance 2005 à 2009 exactement.

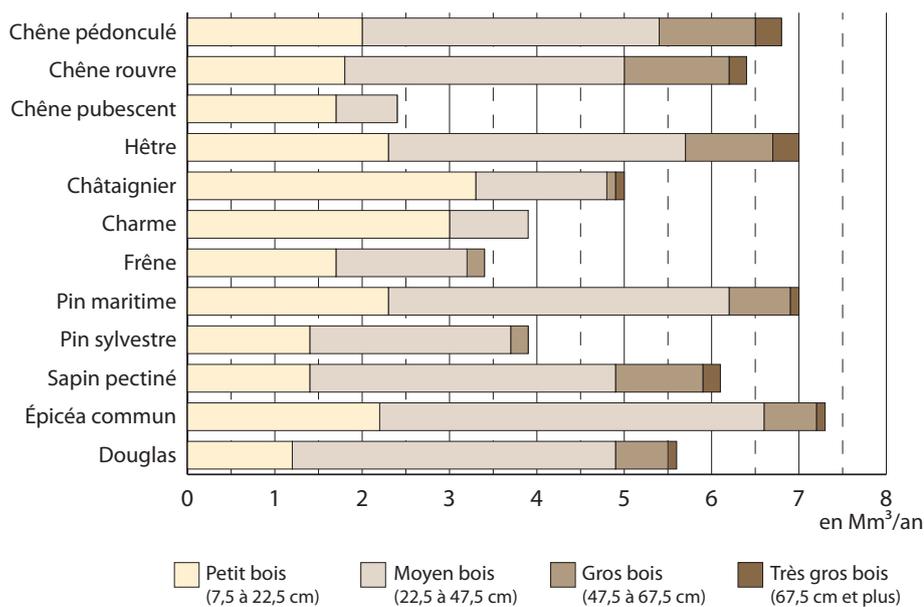


Fig. 7 : Production annuelle en volume par essence et par classe de dimension

La ventilation de la production biologique par classe de propriété est assez similaire à celle de la surface forestière : soit 10 % en forêt domaniale (8,7 Mm³/an), 15 % en forêt communale (13,1 Mm³/an) et 75 % en forêt privée (63,2 Mm³/an).

La majorité de la production porte sur les arbres de dimension moyen bois (48 %) suivis par les petits bois (41 %). Les gros et très gros bois ne contribuent à cette production qu'à hauteur de 11 % toutes classes de dimension confondues (Fig. 7).

Le ratio production/volume sur pied met logiquement en évidence la plus forte productivité des petits bois : il est de 6 % pour les petits bois, 3 % pour les bois moyens et 2 % pour les gros et très gros bois.

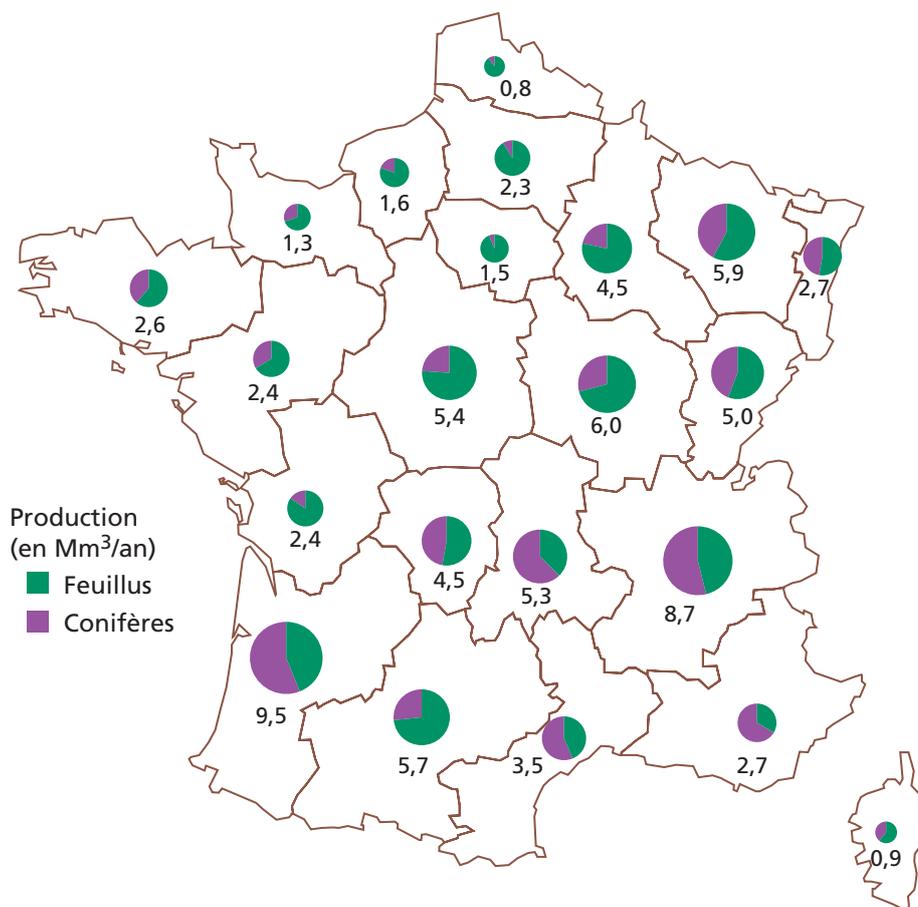


Fig. 8 : Production annuelle en volume par région administrative et par groupe d'essences

L'analyse de la répartition géographique de la production révèle que l'Aquitaine est la première région française (9,5 Mm³/an), suivie par Rhône-Alpes (8,7 Mm³/an). La Lorraine, l'Auvergne, la Bourgogne, le Centre, Midi-Pyrénées et la Franche-Comté ont une production supérieure à 5 Mm³/an (Fig. 8). La répartition entre feuillus et résineux montre que la production des résineux est prépondérante dans cinq régions : PACA (66 %), Auvergne (62 %), Languedoc-Roussillon (56 %), Aquitaine (56 %) et Rhône-Alpes (54 %).

Le nouveau calcul de la production

Le précédent calcul

Le volume (V) d'un arbre est fréquemment exprimé selon la formule :

$$V = f G H$$

où G est la surface terrière $G = \pi D^2 / 4$, D étant le diamètre issu de la mesure de la circonférence à 1,3 m, H est la hauteur totale mesurée de l'arbre et f est le coefficient de forme qui est le rapport entre le volume réel de la tige de l'arbre et celui d'un cylindre de mêmes diamètre et hauteur.

Les accroissements relatifs des quatre quantités V, f, G et H sont alors liés par la relation :

$$\frac{dV}{V} = \frac{df}{f} + 2 \frac{dD}{D} + \frac{dH}{H} \quad \text{ou bien} \quad \frac{V_{t-5}}{V_t} = \frac{f_{t-5}}{f_t} \cdot \frac{D_{t-5}^2}{D_t^2} \cdot \frac{H_{t-5}}{H_t}$$

L'accroissement en volume apparaît donc comme la somme de trois termes d'accroissement en f, G et H. On disposait pour estimer chacun de ces trois termes de mesures précises sur D_t , H_t ainsi que sur D_{t-5} (mesure des cernes par carottage) et d'une mesure beaucoup moins précise de H_{t-5} . f_{t-5} et f_t ne sont, quant à eux, pas directement mesurables.

Ses faiblesses

Du début des années 1970 à 2008, cette formule a été appliquée en supposant que f était constant et donc que $\frac{f_{t-5}}{f_t}$ était égal à 1. Cependant, les travaux effectués en 2007 pour la mise à jour des tarifs de cubage IFN ont montré que cette hypothèse n'était pas vérifiée, le facteur de forme montrant une décroissance générale en fonction de la circonférence, sauf pour les circonférences les plus faibles, pour lesquelles le facteur de forme augmente avec elles.

Par ailleurs, la mesure de l'accroissement en hauteur réalisée au cours des 5 dernières années est particulièrement délicate à effectuer, en particulier sur les feuillus de grande hauteur. Avant les années 1980, cette variable n'était que partiellement renseignée par les équipes de terrain et les archives ne permettent pas de savoir comment avaient été effectués les calculs de production en l'absence de celle-ci. À partir des années 1980, cette mesure a été rendue obligatoire pour tous les arbres inventoriés, mais elle restait cependant très imprécise et donc peu satisfaisante.

En 2007-2008, l'IFN était donc conscient des deux problèmes évoqués ci-dessus, sans pouvoir en évaluer l'impact exact. Ce sont les premiers résultats des tests d'estimation des prélèvements en 2008-2009 qui ont permis d'évaluer cet impact, ce qui a imposé d'entreprendre la révision du calcul. Avec les premières estimations de prélèvement issues des tests, il était possible de boucler le bilan en surface terrière (somme des flux entrants – somme des flux sortants = variation de stock observée) mais pas en volume !

La mise au point d'un nouveau mode de calcul de la production a nécessité un important travail de fond basé sur les résultats de la recherche forestière. Il a été suivi attentivement tout au long de l'année 2010 par le comité scientifique et technique (CST) de l'établissement qui a validé le principe du nouveau calcul en octobre 2010, et les modalités de présentation de ses résultats conjointement avec ceux concernant les prélèvements en avril 2011.

Le nouveau calcul

Son principe général est de s'appuyer sur la seule mesure d'accroissement véritablement fiable disponible, la mesure de l'accroissement radial à 1,30 m. On estime la variation moyenne de volume correspondant à un accroissement radial donné en modélisant la relation volume / circonférence à l'aide de tarifs à une entrée construits spécifiquement dans ce but. Cette méthode d'estimation des accroissements en volume à partir des seuls accroissements en grosseur est décrite dans la littérature spécialisée (e.g., Duplat et Perrotte, 1981).

Elle a été mise en œuvre de la façon suivante. Au niveau d'un arbre, l'accroissement en volume peut être présenté ainsi :

$$\Delta V = V_t - V_{t-5} = V_t \left(1 - \frac{V_{t-5}}{V_t} \right)$$

où t est l'année de la mesure.

V_t est le volume estimé par l'IFN, sur la base d'un modèle qui s'appuie sur deux mesures : la circonférence et la hauteur mesurées l'année t. On parle alors de « tarif de cubage à deux entrées ». Pour le volume V_{t-5} , on ne dispose que de la circonférence 5 ans avant grâce à la mesure de la largeur des cinq derniers cernes, et le tarif à deux entrées n'est pas applicable.

Pour contourner cette difficulté, des tarifs spécifiques à une entrée « circonférence » ont été établis pour estimer, à l'aide de la seule circonférence, le volume tel que prédit en moyenne par le tarif à deux entrées. Ce tarif à une entrée est utilisé pour estimer le rapport $\frac{V_{t-5}}{V_t}$, et donc l'accroissement relatif $\frac{\Delta V}{V_t} = 1 - \frac{V_{t-5}}{V_t}$.

L'accroissement en volume ΔV est finalement obtenu en multipliant cet accroissement relatif estimé par le tarif à une entrée, par le volume V_t estimé par le tarif à deux entrées.

Le calcul décrit ci-dessus est réalisé arbre par arbre avant d'être intégré à l'échelle du « domaine ». Le « recrutement » est ensuite ajouté, c'est-à-dire le volume V_t des arbres du domaine qui avaient un diamètre inférieur à 7,5 cm à la date t-5. On obtient alors la production biologique des arbres vifs.

La production des arbres coupés est également ajoutée. Elle correspond à l'accroissement en volume des arbres vifs l'année t-5 et qui ont été coupés sur la période, c'est-à-dire à l'accroissement des arbres qui ont été vus comme des arbres coupés lors du retour après 5 ans. Actuellement, ce chiffre est disponible uniquement pour la campagne 2010. Enfin la production des chablis est calculée en imputant à chaque arbre chablis ou volis l'accroissement d'un arbre vivant semblable (même essence, même peuplement, même zone géographique). Pour ces deux termes, comme pour les prélèvements, l'hypothèse est faite qu'en moyenne les arbres étaient vivants jusqu'à mi-période.

N.B. : Dans le cas particulier des peupleraies où la mesure de l'accroissement radial n'est pas réalisée, la production est estimée à l'aide d'un tarif de volume à une entrée « âge » selon un principe similaire. L'âge est une variable qui est relativement facile à observer sur les peupliers cultivés. Connaissant l'âge de l'arbre lors de l'inventaire, on en connaît immédiatement son âge cinq ans auparavant. En appliquant le tarif de cubage aux deux dates on calcule l'accroissement relatif en volume de l'arbre entre t-5 et t.

Un nouveau calcul de la production : quel impact ?

La production en volume IFN est désormais évaluée à 85 millions de mètres cubes par an, soit environ 16 % de moins que le dernier chiffre publié en 2008 selon l'ancien calcul.

Cette différence ne remet pas en cause le fait que le stock de bois sur pied des forêts françaises est orienté à la hausse comme le montre *LIF* n°27 de

juin 2011. L'appréciation plus juste de la production en volume permet au contraire de retrouver de façon indépendante un différentiel entre production d'une part et prélèvements et mortalité d'autre part, cohérent avec l'augmentation du stock observée par ailleurs.

Un impact différent selon les essences

L'analyse par essence montre que l'impact du nouveau mode de calcul varie selon les essences. Les feuillus sont moins impactés avec un ratio entre nouveau et ancien calcul compris entre 78 et 89 %. À l'inverse, le pin maritime, puis le douglas voient leur production revue à la baisse de manière plus importante (Tableau 5).

Ces différences entre essences s'expliquent par la composante d'accroissement en hauteur qui

intervenait dans l'ancien calcul de la production, plus fortement en moyenne chez les résineux que chez les feuillus.

Dans le nouveau calcul, pour une circonférence donnée, pour un accroissement en circonférence donné, l'accroissement en volume est sensiblement le même. Ceci n'était pas le cas dans l'ancien calcul du fait de la contribution de l'accroissement en hauteur qui variait sensiblement d'une essence à l'autre.

Essence	% production nouvelle/ production ancienne
Chêne pédonculé	80
Chêne rouvre	82
Chêne pubescent	82
Hêtre	79
Châtaignier	80
Charme	89
Frêne	78
Autres feuillus	81
Pin maritime	72
Pin sylvestre	77
Sapin pectiné	82
Épicéa commun	77
Douglas	76
Autres résineux	69

Tableau 5 : Rapport entre le nouveau et l'ancien calcul de la production biologique par essence pour les campagnes 2005 à 2007

Assurer une continuité dans le temps : recalculer la production des inventaires passés

Le nouveau calcul a été mis en place pour toutes les campagnes de la nouvelle méthode d'inventaire (soit de 2005 à 2010). Pour les anciens inventaires départementaux, la

solution envisagée consiste à effectuer un redressement global en appliquant un coefficient correcteur par essence. Du fait des variations climatiques, le coefficient à appliquer dépend de la

période étudiée. Il est donné à titre d'exemple pour la période 2005-2007 (Tableau 5).

Un bilan cohérent avec les données de prélèvement

La méthode la plus robuste pour qualifier le caractère durable des pratiques sylvicoles à large échelle est une comparaison des stocks sur pied à deux dates suffisamment éloignées. Cette méthode permet de travailler à partir d'un grand nombre de points d'inventaire. Les hypothèses de calcul sont limitées et le résultat obtenu correspond à une tendance sur le moyen ou long terme qui a souvent l'avantage de lisser les

effets conjoncturels. De plus, dans le contexte actuel d'un chiffre de prélèvement non encore déclinable par région, c'est une méthode solide pour la caractérisation des évolutions régionales.

Le bilan des flux = **production-prélèvement-mortalité** sur la période 2005-2010 et sa comparaison avec des variations de stock connues permet de vérifier la

cohérence des deux approches qui ne mobilisent pas les mêmes données.

Le choix de la période 2005-2010 pour établir le bilan est dicté par l'existence de chiffres de prélèvement uniquement sur cette période. Cette période incluant un événement climatique majeur (la tempête Klaus), le choix a été fait de faire un bilan des flux spécifiques à Klaus hors bilan général.

Flux hors chablis Klaus pour la période 2005-2010

Les chiffres de production détaillés précédemment font référence à la période 2001-2009. Pour la réalisation du bilan des flux, il est donc nécessaire de mobiliser uniquement les chiffres de production de la campagne 2010 pour disposer d'une production annuelle moyenne sur la période 2005-2009. La production des arbres vifs est de $86,7 \pm 2,6$ Mm³/an auquel il est nécessaire d'ajouter la production des arbres coupés ($3,4 \pm 0,4$ Mm³/an) et celle des chablis ordinaires qui est d'une cinquantaine de milliers de mètres cubes par an. La production

annuelle moyenne sur la période s'élève ainsi à 90 ± 3 Mm³/an.

Le chiffre de prélèvement annuel est de 40 Mm³/an ± 4 Mm³ pour la forêt de production comme mentionné page 2. La mortalité et les chablis ordinaires sont disponibles sur la période 2005-2009 par le biais de la campagne 2010. Ils représentent un flux annuel moyen de $7,9$ Mm³ $\pm 0,6$ Mm³.

Le bilan hors chablis Klaus, c'est-à-dire la variation de stock sur la période 2005-2010, est alors de $90 - 40 - 8$ soit $+ 42$ Mm³/an avec un intervalle de confiance de 5 Mm³.

La comparaison directe des évaluations de stock entre la campagne 2005 et la campagne 2010 fournit une évaluation indépendante mais beaucoup moins précise : 38 ± 23 Mm³.

Comparaison avec l'évolution structurelle du stock

Dans *LIF* n° 27, par comparaison du stock sur pied à un quart de siècle d'intervalle, l'IFN estime l'augmentation du stock sur pied de la forêt française à 25 millions de mètres cubes en moyenne par an.

Il s'agit de la tendance moyenne sur 26 ans, tempêtes comprises. Or les dégâts de la tempête Klaus représentent un volume, après actualisation, de près de 50 Mm³. Reporté sur 26 ans, cela fait baisser la tendance moyenne de presque 2 Mm³. Ainsi, la tendance moyenne hors Klaus est de 27 Mm³. Sur la période considérée dans *LIF* précédent les dégâts des tempêtes de 1999 sont également inclus, soit au moins 150 millions de mètres cubes. Ces pertes ont été partiellement compensées par une forte baisse des prélèvements sur les arbres vifs dans les années 2000, 2001 voire 2002. Si l'on admet une compensation de l'ordre de deux années de récolte, cela entraîne un solde de cette ponction exceptionnelle de l'ordre de -50 millions. De ce fait, la croissance moyenne annuelle du stock sur les dix dernières années, hors événements exceptionnels, pourrait être plus proche de 29 millions de mètres cubes que de 25.

À ceci s'ajoute les effets climatiques et conjoncturels de la période 2005-2009 : $+ 5$ Mm³ d'augmentation de la production due aux effets climatiques (Tableau 6) et $+ 4$ Mm³ dus à la baisse des prélèvements sur la fin de la période (cf. p. 2), ce qui amène à 38 Mm³.

Il faut aussi considérer les intervalles de confiance : chacune des erreurs statistiques sur les différents termes sont indépendantes et donc leurs variances s'ajoutent d'où une incertitude de l'ordre de cinq millions de mètres cubes.

Ainsi il n'y a plus d'écart significatif étant donnée les conditions climatiques qui ont entraîné une production plutôt élevée de 2005 à 2009 et la situation économique depuis fin 2008 qui a conduit à des prélèvements moindres.

Campagne IFN	Période correspondante	Production biologique des arbres vifs (Mm ³ /an)
2005	2000-2004	82,0 \pm 2,4
2006	2001-2005	80,9 \pm 2,3
2007	2002-2006	76,3 \pm 2,2
2008	2003-2007	80,6 \pm 2,5
2009	2004-2008	83,9 \pm 2,7
2010	2005-2009	86,7 \pm 2,6
2005 à 2009	2000-2008	80,7 \pm 1,1
2006 à 2010	2001-2009	81,7 \pm 1,1

Tableau 6 : Variation de la production moyenne annuelle des arbres vifs sur différentes campagnes

Des disparités selon les essences

Avec toute la prudence liée à la faible précision des chiffres de prélèvement après une seule campagne, il est possible de donner quelques pourcentages pour montrer que ce bilan global 2005-2010 est variable selon les essences. Ces calculs sont réalisés hors chablis Klaus. Le premier est le rapport prélèvement/production autrement dit le ratio prélèvement/production brute (Tableau 7). Le second est le rapport prélèvement / (production-mortalité) autrement dit le rapport prélèvement/production nette. Le troisième ratio exprime le rapport entre la mortalité et la production.

Le second ratio montre, hors chablis Klaus, qu'aucune essence ne subit un prélèvement supérieur à sa production nette. Ensuite, il est intéressant de noter pour une même essence, les différences entre les deux premiers pourcentages. Elle est par exemple faible pour une essence comme le chêne pubescent mais importante pour le châtaignier où la mortalité est élevée et représente 29 % de la production. Dans ce sens, il est également intéressant d'observer les ratios pour les chênes pédonculé et rouvre : le taux de prélèvement est plus faible pour le chêne pédonculé avec une mortalité plus élevée.

Ces deux premiers ratios sont à manipuler avec prudence (Encadré G). Par exemple, le châtaignier et le douglas ont un ratio prélèvement/production nette assez proche qui recouvre en fait deux réalités différentes. D'un côté des peuplements présentent une forte mortalité d'où un ratio proche de la moyenne nationale malgré des prélèvements modérés, de l'autre, une ressource pas encore à maturité, avec une mortalité faible et des prélèvements plus élevés.

Essence	Taux de prélèvement		
	$\frac{\text{Prélèvement}}{\text{Production}}$	$\frac{\text{Prélèvement}}{\text{Production} - \text{Mortalité}}$	$\frac{\text{Mortalité}}{\text{Production}}$
Chêne pédonculé	36 %	40 %	9 %
Chêne rouvre	59 %	62 %	5 %
Chêne pubescent	21 %	22 %	8 %
Hêtre	59 %	61 %	3 %
Châtaignier	32 %	45 %	29 %
Charme	36 %	37 %	3 %
Frêne	23 %	24 %	6 %
Autres feuillus	27 %	29 %	9 %
Total feuillus	37 %	41 %	9 %
Pin maritime	88 %	92 %	5 %
Pin sylvestre	55 %	68 %	18 %
Sapin pectiné	38 %	39 %	3 %
Epicéa commun	64 %	72 %	12 %
Douglas	40 %	43 %	7 %
Autres résineux	49 %	56 %	11 %
Total résineux	57 %	62 %	8 %
Total	45 %	49 %	9 %

Tableau 7 : Quelques ratios par essence pour comparer les flux

Quels liens entre production biologique et prélèvement ?

Le niveau de récolte à réaliser dans nos forêts pour garantir la gestion durable sur une période t dépend assez peu de la production biologique sur la même période et ceci aussi longtemps que la moyenne du rapport prélèvement/production sur la période est inférieure à 1. Lorsque ce ratio dépasse ce seuil de manière temporaire, par exemple dans des forêts considérées comme surcapitalisées ou après une tempête, le caractère durable de la gestion n'est pas forcément remis en cause.

À l'inverse, dans une situation non stationnaire comme l'est la forêt française, on ne peut pas considérer que production – prélèvement – mortalité = volume disponible supplémentaire.

Il convient de prendre en compte, l'**état de maturité des peuplements et des objectifs assignés à ceux-ci**.

Dans une plantation composée de jeunes arbres par exemple, la production sera importante mais les prélèvements seront faibles voire inexistantes si l'objectif est une récolte à un diamètre bois moyen. Inversement dans un peuplement arrivé à maturité, la production sera faible et les prélèvements importants lors de la phase de régénération.

Ce n'est qu'en moyenne sur un grand territoire où la forêt est équilibrée que cette équation peut être considérée comme approximativement valide.

De plus, d'autres facteurs ne permettent pas l'exploitation effective de l'accroissement de stock. Il s'agit de :

- la difficulté d'accès aux peuplements

Une partie de la production n'est pas récoltable facilement du fait de freins physiques (pente, absence de pistes, etc.). L'IFN peut ventiler ses données en fonction d'un critère synthétique d'exploitabilité ou des variables unitaires qui le compose. Ces difficultés peuvent être atténuées par les politiques mises en place.

- les facteurs économiques et sociaux

Du fait des contraintes économiques et sociales, une partie de la production est également difficilement mobilisable (prix des bois trop faibles, morcellement de la propriété privée, etc.).

Il faut donc des analyses fines pour connaître les volumes supplémentaires physiquement et économiquement disponibles à une date t dans un contexte donné et non une simple soustraction. Ces analyses doivent prendre en compte l'état de la ressource, son évolution dans le temps selon la production biologique mais aussi la gestion sylvicole qui est appliquée aux peuplements ou que l'on souhaite appliquer (cf. *L'IF* n° 24).



Fig. d : Grumes en bord de piste



Fig. e : Jeune peuplement de pins laricio

Perspectives

Le calcul revu de la production biologique et la première estimation directe des prélèvements en forêt ne changent pas le diagnostic général de la forêt française. Celle-ci voit son volume sur pied augmenter de l'ordre de 30 à 35 Mm³ par an sur les dernières années, hors effets climatiques et conjoncturels. Ce constat général n'est pas contradictoire avec l'existence de territoire où le volume sur pied a diminué, notamment du fait des tempêtes de 1999 et 2009.

L'analyse des flux instantanés permet un contrôle *a posteriori* relativement rapide. Par exemple, le ratio prélèvement/(production-mortalité) permet de vérifier que l'exploitation reste durable aussi longtemps que celui-ci ne dépasse pas 1, c'est d'ailleurs en ce sens que cet indicateur est présenté par *Forest Europe*. En cas d'inversion de tendance, il sera plus rapide de constater des évolutions statistiquement significatives de ce ratio que celles du stock de bois sur pied. En ce sens, les nouvelles données observées directement par l'IFN permettent un pilotage plus réactif de la politique forestière, mais elles n'en modifient pas les fondements (Encadré G).

Ces nouvelles données ont aussi l'avantage de préciser les définitions et les concepts et d'éviter des comparaisons qui étaient souvent hasardeuses faute de chiffres strictement compatibles. Il est vrai que l'expression du volume IFN en bois fort tige n'est pas adaptée à toutes les problématiques émergentes comme le bois énergie ou l'estimation du stockage du carbone. C'est pourquoi l'IFN est pleinement impliqué dans le projet de recherche EMERGE qui doit permettre de progresser vers la construction de tarifs à différents niveaux de découpe en vue d'exprimer des volumes (stock, production, prélèvement) selon des compartiments de l'arbre adaptés au contexte. Parallèlement, l'IFN acquiert des données depuis fin 2009 sur la géométrie des arbres par laser terrestre (LiDAR), données qui sont nécessaires au calage de ces modèles.

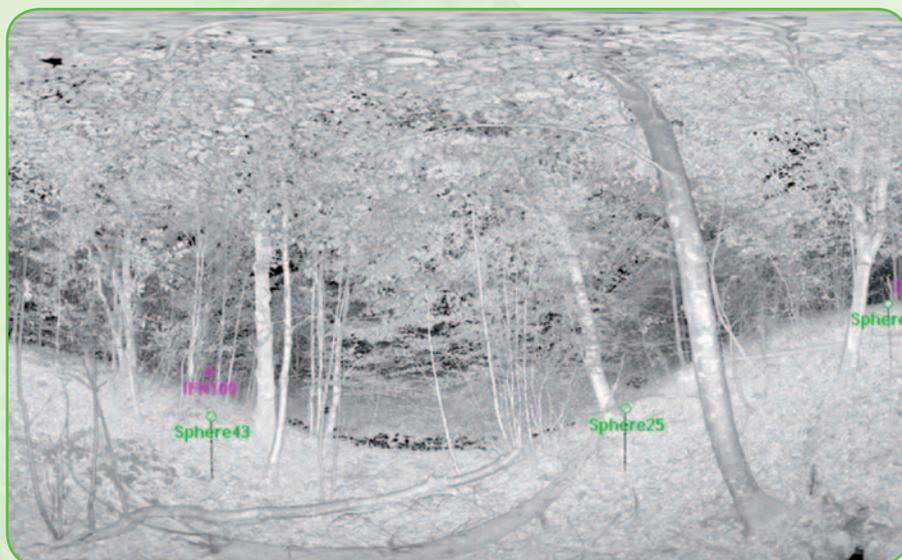


Fig. 9 : Image issue du logiciel de traitement pour le LiDAR

Pour en savoir plus...

L'IF n°27 : *Volume de bois sur pied dans les forêts françaises : 650 millions de mètres cubes supplémentaires en un quart de siècle*, 2^e trimestre 2011, 12 p.

L'IF n°24 : *Bois-Énergie - Les forêts ont de la ressource... À mobiliser !*, 1^{er} trimestre 2010, 8 p.

Forests, carbon cycle and climate change, édité par D. LOUSTAU, Éditions Quae, 2010, 311 p.

Agreste primeur n° 254 : *La récolte de bois et la production de sciages en 2009 - Un tiers des chablis de la tempête Klaus récoltés dès 2009*, janvier 2011, 4 p.

www.ifn.fr/spip/?rubrique33



Le LiDAR en exercice



Directeur de la publication : C. VIDAL
Rédaction : A. COLIN, J.-C. HERVÉ, S. LUCAS
Réalisation : N. DERRIÈRE, C. BOUREUX
ISSN : 1768-0077

Contact

Stéphanie LUCAS
Chargée de communication
Inventaire forestier national
Château des Barres
F- 45290 Nogent-sur-Vernisson
Tél. : +33(0)2 38 28 18 18
Courriel : stephanie.lucas@ifn.fr

Abonnement

Tous les numéros de *L'IF* sont téléchargeables sur le site internet de l'IFN : www.ifn.fr

Pour recevoir régulièrement *L'IF* ou modifier vos coordonnées : if@ifn.fr

www.ifn.fr



DUPLAT P., PERROTTE G., *Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers*, Paris ONF, 1981, 432p.