

# FORÊT

## • NATURE

n°  
156

OUTILS POUR UNE GESTION RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS



Tiré à part du Forêt.Nature n° 156, p. 31-47

### LES APPORTS DE LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE SUR LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DE LA FORÊT

Marie-Laure Martin, Roland Susse, Julien Tomasini, Christophe Pichery, Max Bruciamacchie (AFI)





# Les apports de la futaie irrégulière sur les différentes fonctions de la forêt

Marie-Laure Martin | Roland Susse | Julien Tomasini | Christophe Pichery | Max Bruciamacchie | Collectif AFI  
Association Futaie Irrégulière (AFI)

Depuis 30 ans l'Association Futaie Irrégulière (AFI) mesure et compile des données sur la conduite des peuplements en traitement irrégulier. Les résultats confirment que ce type de gestion répond à la fois aux aspirations économiques des propriétaires et de la filière bois et aux attentes écologiques, climatiques et sociétales.

Il existe aujourd'hui une abondance d'écrits et de films sur les forêts, exprimant le plus souvent un sentiment de défiance à l'égard de la gestion forestière. Aux reproches de perte de biodiversité, d'atteinte aux paysages s'ajoutent les inquiétudes grandissantes sur les conséquences d'un climat dérégulé. Sa destruction à l'échelle mondiale accentue la perception d'une forêt « bien commun » qu'il faut protéger à tout prix, toute intervention exogène venant perturber son fonctionnement. Il existe donc une certaine suspicion du public envers toute intervention forestière, même si elle est destinée à produire raisonnablement le bois dont l'économie actuelle a besoin.

La forêt assure pourtant incontestablement différentes fonctions :

- Sur le plan physique : protection contre l'érosion ; filtre à eau avec rôle de tampon ; dépollution de l'air ; effet modérateur local sur la température ; frein au vent...
- Sur le plan biologique : la forêt constitue un important siège de biodiversité, lieu de vie pour une multitude d'êtres vivants assurant son équilibre et sa stabilité aussi bien au niveau de l'espace aérien que de l'écosystème du sol...
- Sur le plan social : la forêt est considérée comme un refuge fondamental de la nature pour la détente, le ressourcement et comme un élément essentiel des paysages...
- Sur le plan de la production : l'homme a depuis toujours utilisé les ressources forestières et ce besoin reste entièrement à satisfaire avec une production de bois, matière première entièrement renouvelable et indispensable à l'activité humaine.

Inscrire la production de bois dans le fonctionnement naturel des écosystèmes forestiers, préserver l'ensemble des services qu'ils rendent constituent l'un des objectifs de l'Association Futaie Irrégulière.

## L'association Futaie Irrégulière

Elle s'est donnée pour mission de résoudre l'équation : comment produire du bois de qualité sans altérer les diverses fonctionnalités de la forêt, mais au contraire en tirer parti ?

L'existence de forêts gérées sur un mode original de jardinage, avec des pratiques respectueuses de la nature, semblait apporter des réponses positives. Ce sont ces approches que l'Association a souhaité analyser et quantifier, par la mise place d'un réseau de parcelles d'étude. En près de 30 ans, elle a pu montrer l'efficacité de ses méthodes, bien que parfois dénigrée.

Le réseau comprend 136 dispositifs (dont trois en Wallonie), couvrant les principales stations forestières et essences (figure 1). Il s'appuie sur les modes opératoires des divers gestionnaires qui montrent une bonne convergence de pratiques, bien qu'aucune directive précise ne leur soit donnée. Le protocole analyse ainsi les effets de pratiques ordinaires.

En 2019, le réseau disposait de 1276 placettes d'étude, représentant 62244 arbres, 12694 perches et 7861 brins de taillis, auxquels on peut ajouter 1740 arbres morts sur pied et 13943 billons de bois mort au sol, ainsi que 63 types de dendromicrohabitats (cavité, mousses, branches sèches...).

L'AFI a ainsi produit des données sur la mise en œuvre d'une gestion fine génératrice d'une production de gros bois de qualité sans porter atteinte aux autres fonctions de la forêt.

Aujourd'hui, on peut mesurer l'impact de ces résultats au mouvement collectif majeur d'adhésion au traitement irrégulier, exprimé dans la rédaction de nombreux plans de gestion ou d'aménagements forestiers.

## RÉSUMÉ

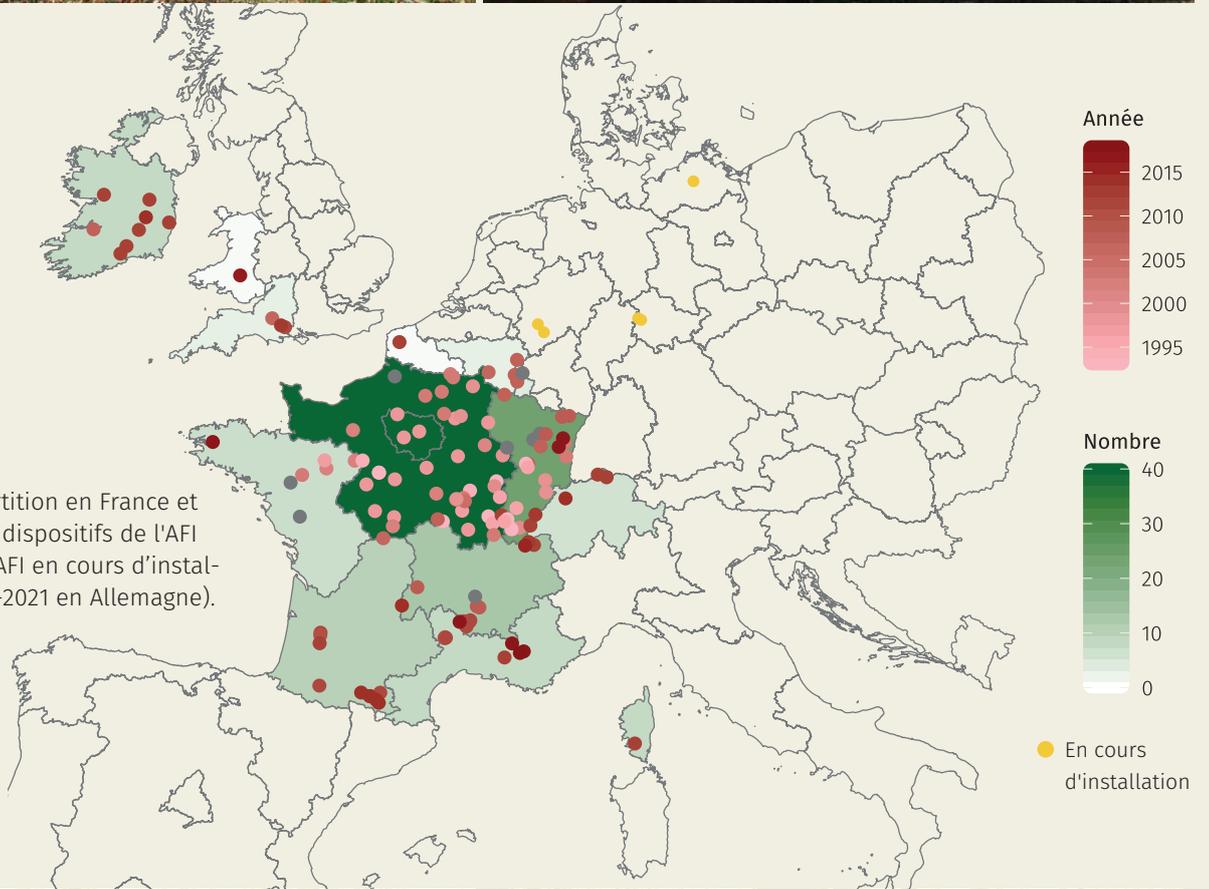
L'AFI (Association Futaie Irrégulière) a été créée en 1991 en France pour fournir des données et partager des connaissances sur la conduite des peuplements en traitement irrégulier. Les résultats compilés depuis près de 30 ans et issus des mesures périodiques des dispositifs de l'AFI confirment encore un peu plus que cette gestion fine et génératrice d'une production de gros bois de qualité ne porte pas atteinte aux autres fonctions de la forêt. La gestion en traitement irrégulier est favorable à la préservation écologique des écosystèmes forestiers de par le maintien d'un couvert végétal continu, la recherche du mélange d'essences, la volonté de conserver du bois mort et de sauvegarder les habitats, des pratiques forestières respectueuses du sol et enfin,

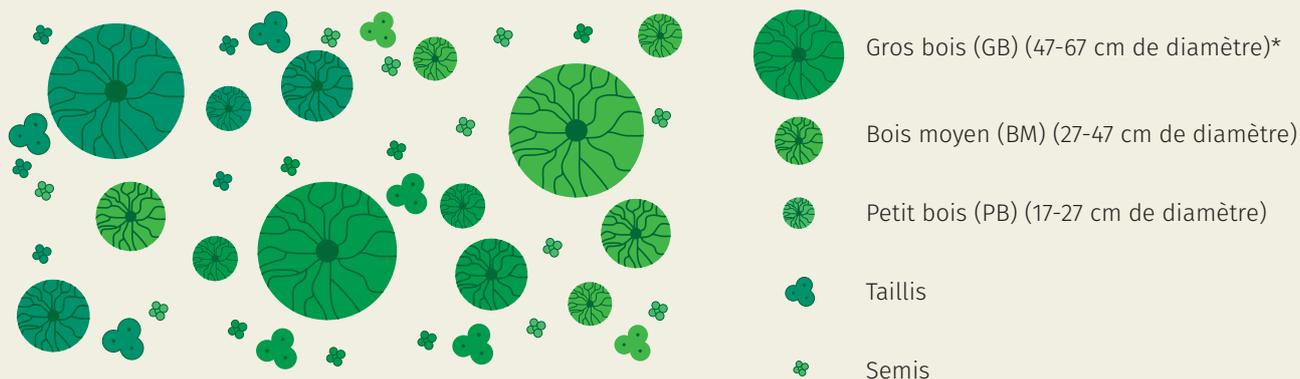
de la préservation du cycle du carbone. Les principes du traitement en irrégulier intègrent naturellement les enjeux climatiques. Son approche multifonctionnelle et respectueuse de la qualité de l'écosystème apporte la souplesse nécessaire pour adapter et sécuriser les peuplements aux changements climatiques.

Enfin, la prise en compte de ces enjeux ne pénalise pas la fonction de production, la plupart des dispositifs de l'AFI ayant démontré leur performance économique : production de gros bois de qualité, faibles prélèvements mais fréquents tout en essayant de minimiser les dépenses.



**Figure 1.** Répartition en France et en Europe des dispositifs de l'AFI (11 dispositifs AFI en cours d'installation en 2020-2021 en Allemagne).





**Figure 2.** La variabilité en diamètre et en hauteur caractérise la futaie irrégulière.

\* En Wallonie, les classes de circonférences se définissent comme suit : TGB : 200 cm et plus ; GB : 150-200 cm ; BM : 90-150 cm ; PB : 40-90 cm ; perche : 20-40 cm.

## Quels bénéfices environnementaux apportés par une gestion en irrégulier de la forêt ?

### Maintien d'un couvert de végétation continu

L'appellation « futaie irrégulière » d'un peuplement se justifie par sa structure qui permet le maintien d'un couvert de végétation continu. La structure caractérise l'organisation spatiale des arbres d'un peuplement forestier tant au niveau vertical (étagement des hauteurs, strates de végétation) qu'au niveau horizontal (variabilité des diamètres). Elle est qualifiée d'irrégulière lorsque les arbres du peuplement présentent une variabilité de diamètres associée à une variabilité de hauteurs totales.

Un peuplement géré en irrégulier présente idéalement tous les stades de croissance de l'arbre : du semis au (très) gros bois (figure 2).

La gestion en irrégulier mise sur la production de bois d'œuvre de qualité tout en assurant un renouvellement continu. Les principes d'une gestion en irrégulier sont applicables quel que soit la structure des peuplements forestiers (plantation de résineux par exemple). La coupe jardinatoire est l'intervention principale de ce mode de gestion. Elle permet d'améliorer les plus beaux arbres, quels que soient leurs diamètres pour les aider dans leur développement, mais aussi de récolter des bois matures. La coupe rase des peuplements est proscrite, sauf lors de situations sanitaires critiques ou sur de petites surfaces pour se substituer à une régénération défailante.

### Recherche du mélange d'essences

L'extension du réseau AFI avec l'apport régulier de nouveaux dispositifs continue de montrer que le traitement irrégulier peut être mis en œuvre avec un grand nombre d'essences.

À l'échelle d'un peuplement, toutes les essences bien en station sont valorisées. La diversité en essences d'un peuplement est un gage d'assurance face aux risques climatiques (dépérissements) et aux risques de variation des cours du bois.

Quelques peuplements suivis par l'AFI ne possèdent que deux essences, mais certains en possèdent plus d'une dizaine sur les stations plus riches chimiquement. Sur les stations plus acides et hydromorphes, la diversité n'a pas pour autant diminué.

### Conservation du bois mort

La conscience de plus en plus intégrée du rôle très important du bois mort en forêt et la volonté grandissante des gestionnaires du réseau AFI à son égard, montre qu'une gestion centrée sur des objectifs de production de bois d'œuvre de haute qualité est tout à fait compatible avec des niveaux de bois mort suffisant pour permettre le bon fonctionnement de l'écosystème forestier (figure 3).

Sur le réseau AFI, les volumes de bois mort ont plutôt tendance à rester stable et parfois augmenter au fil du temps. Même si la majorité du bois mort est représenté par les petites classes de diamètre, une volonté de laisser du bois mort de grosse dimension est présente lorsque cela est possible.

Les niveaux de bois mort varient selon les dispositifs entre 5 et 50 m<sup>3</sup>/ha avec un ratio volume bois mort/volume bois total compris entre 3 et 15 %. Le bois mort au sol est plus présent que le bois mort sur pied, celui-ci étant plus délicat à maintenir puisqu'il engage la responsabilité du propriétaire sur la sécurité des personnes circulant ou travaillant en forêt. De plus, dans certaines régions, des mesures de suppression de bois mort sont préconisées afin d'éviter les risques d'incendie forestiers.



### Exemple : forêt de Cardines (Landes)

Ce dispositif a été installé en 2012 et remesuré en 2017 dans le but de suivre une sylviculture différenciée dans un peuplement de pin maritime issu de plantation. La structure est très régularisée dans les bois moyens et le sous-étage est assez restreint, composé par des brins de chêne tauzin.

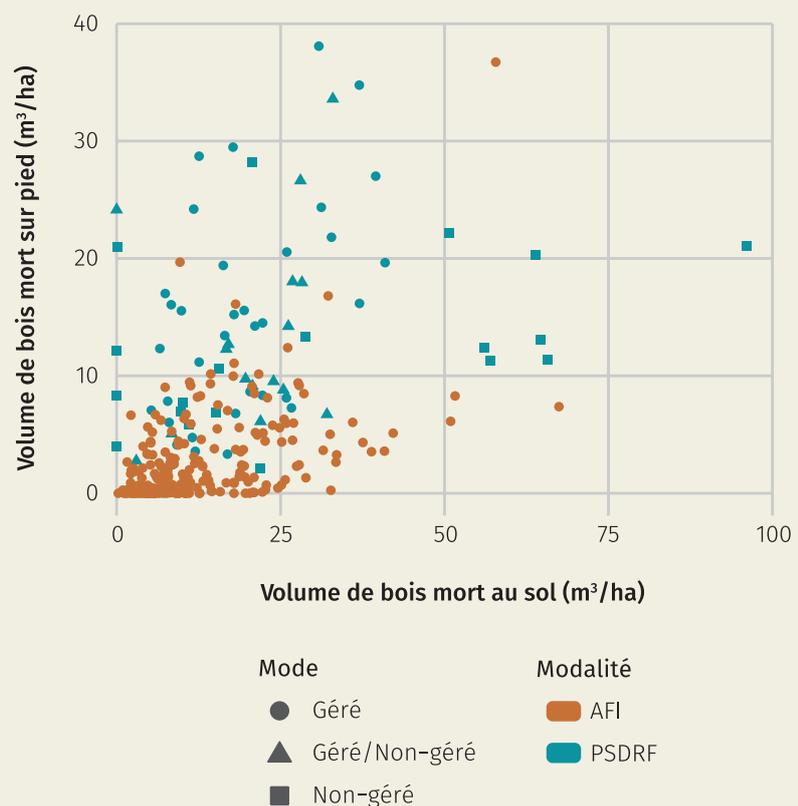
### Exemple : forêt Communale de Niozelles (Alpes de Haute-Provence)

Ce dispositif a été installé en 2017 et a été retenu en raison de la représentativité en termes de surface de ce genre de peuplements feuillus en zone méditerranéenne, ainsi que par la sylviculture mise en œuvre. Ce type de peuplements est habituellement géré en taillis simple. Le suivi de ce dispositif permettra d'étudier la possibilité d'une alternative qui consistera en une valorisation de l'existant par des éclaircies successives.



Bois de Mauves (Doubs).

**Figure 3.** Comparaison des volumes de bois mort entre les réseaux de suivi AFI et PSDRF (Protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières).





*Bois mort au sol en cours de décomposition  
(forêt de Robert-Magny, Haute-Marne).*



*Arbre « pio » de châtaignier  
(forêt de la Sémoline, Ardèche).*



*Gros bois de chêne.*



*Gros bois de hêtre.*

L'apport de bois mort, principalement lors des coupes provenant des rémanents laissés en forêt, variant de 1,7 à 15,3 m<sup>3</sup>/ha pour quelques dispositifs de l'AFI (diamètre supérieur à 7,5 cm) permet d'incorporer de la matière organique et du carbone dans le sol.

### Sauvegarde des habitats

Un peuplement forestier abrite de nombreux êtres vivants dont le milieu de vie dépend fortement de la manière dont il est géré. En effet, la vie d'au moins un quart des espèces forestières dépendent soit des gros bois et très gros bois, soit des dendromicrohabitats (cavité, mousses, branches sèches...) ou encore du bois mort au sol et sur pied.

Leur présence est essentielle au bon fonctionnement des services (écologiques, production...) que nous rend la forêt.

Le réseau AFI montre que le traitement en irrégulier permet de maintenir les habitats dans un bon état de conservation, grâce à la structuration en diamètre avec présence de gros bois et très gros bois, à la diversité recherchée en essences et au maintien d'un couvert continu. En effet, les gros diamètres hébergent plus de microhabitats que les autres catégories de diamètre. La plupart des peuplements de l'AFI ont vu leur part de gros bois et très gros bois augmenter, évolution liée notamment à la volonté du gestionnaire et du propriétaire.

Ces peuplements disposent d'un suivi écologique de microhabitats qui reflètent les habitats potentiels d'intérêt pour des communautés animales ou végétales étudiées. Cela permet d'affecter une note écologique à l'hectare à ces peuplements. Au sein du réseau, les niveaux écologiques actuellement décrits vont pouvoir augmenter sans entraver la production de bois de qualité. Ce suivi écologique montre également qu'il est possible d'obtenir au sein d'un même peuplement des individus de forte valeur économique côtoyant des individus de qualité moindre mais de grand intérêt écologique. Dans certains cas rares, un arbitrage peut se présenter entre un arbre de bonne qualité et à forte valeur écologique.

### Respect du sol

Le maintien de la biodiversité est essentiel pour la productivité des sols forestiers et doit s'accompagner de pratiques vertueuses, notamment lors de l'exploitation et de la vidange des bois.

L'absence de coupes rases est l'une des premières pratiques respectueuses des sols. Il n'y a donc pas d'altération du cycle biologique (assèchement, appauvrissement) des sols due à la mise à nu d'une parcelle.

La mise en place d'un réseau cohérent et permanent de cloisonnements d'exploitation permet de faciliter

le martelage, la commercialisation, l'exploitation, la vidange des bois tout en limitant et localisant les nuisances aux arbres de bordure (blessures causées par les engins) et les dommages liés au tassement des sols par les engins forestiers. Les interventions doivent se faire en conditions météorologiques favorables et être réalisées par du personnel qualifié. L'exploitation et le débardage des bois se réfléchissent lors du martelage.

### Préservation du cycle du carbone

Les sols forestiers jouent un rôle non négligeable dans la séquestration du carbone. Environ la moitié du carbone stocké en forêt se trouve dans le sol, l'autre partie dans la biomasse ligneuse (figure 4).

Une gestion en irrégulier permet de stabiliser la quantité de carbone dans le bois, celui-ci fluctuant au gré des coupes de bois.

Les peuplements suivis par l'AFI stockent en moyenne 60 tonnes par hectare (feuillus) et 120 tonnes par hectare (résineux) dans la biomasse aérienne.

Les produits bois continuent de piéger du carbone tout au long de leur vie. Une utilisation durable du bois et sur le long-terme permet donc de participer à la lutte contre les changements climatiques.

La conversion de taillis-sous-futaie ou de peuplements capitalisés vers une futaie irrégulière permet a priori d'augmenter la séquestration de carbone en forêt. La concentration de l'accroissement sur les arbres de qualité permet de produire une plus grande part de produits bois à grande durée de vie et entraîne une augmentation de la part de carbone emprisonné sur



*Dendromicrohabitat inventorié à l'AFI : mousses et cavité au pied.*



*Dendromicrohabitat : cavité sur le tronç (forêt de Montalibord, Ain).*

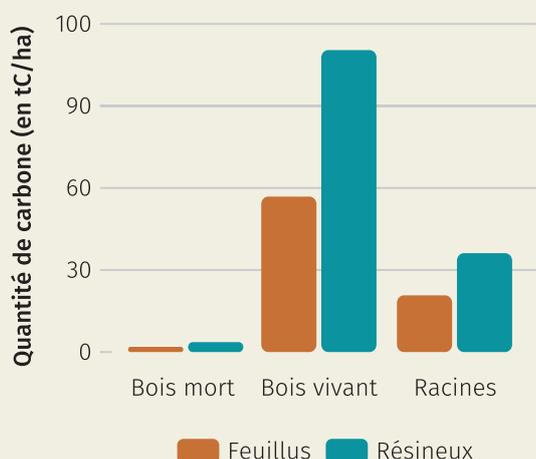


*Cloisonnement d'exploitation (dispositif de Quiquengrogne, Haute-Saône).*



*Rémanents laissés en forêt.*

**Figure 4.** Répartition des quantités de carbone moyennes de peuplements feuillus et résineux du réseau AFI.



le long-terme. En effet, ces produits seront ensuite utilisés dans la construction (dans le bâtiment, la tonnellerie, l'ameublement) et remplaceront des matériaux plus énergivores (effet de substitution).

## Comment concilier production durable et préoccupations sociétales ?

### Nature des interventions

La coupe est l'acte décisif qui façonne les peuplements forestiers. En irrégulier, elle est de nature jardinatoire et vise à améliorer les meilleures tiges, quel que soit leur diamètre et récolter des arbres arrivés à maturité ou certains dépérissants.

L'état actuel du peuplement, la gestion passée ou la station conditionne la rotation des coupes (durée entre deux coupes). De manière générale, les passages en coupe sont fréquents mais légers. Ils se font à l'échelle de la parcelle, unité de gestion. Les rotations dans les peuplements feuillus sont de l'ordre de 7 à 12 ans et de 5 à 10 ans pour les peuplements résineux. Cela permet de ne pas déstabiliser les peuplements par des prélèvements trop forts et de minimiser les risques sanitaires.

Depuis son installation, le réseau AFI a permis de suivre dans le temps plusieurs peuplements dont l'état initial était différent. Trois stades d'évolution des peuplements en conversion ont pu être mis en évidence (capitalisation en volume puis en valeur et enfin un certain équilibre avec gestion des risques).

Dans le cas de certains peuplements feuillus issus de taillis-sous-futaie à faible capital producteur initial, la gestion en irrégulier assure dans un premier temps une augmentation de la part de bois d'œuvre avec une concentration de la production sur les meilleures tiges et permet la cohabitation d'une régénération diffuse et continue, la survie d'essences moins compétitives et de bons accroissements individuels. Lorsque le peuplement tend vers un volume « idéal », la gestion vise à poursuivre l'augmentation en valeur du peuplement et à stabiliser le volume. Ce scénario permet le maintien de l'accroissement en diamètre de toutes les classes de diamètres et une bonne dynamique de la régénération. Enfin, la proportion de bois d'œuvre tend à augmenter mais nécessite une gestion des risques appropriée. La gestion en irrégulier nécessite une bonne technicité adaptée à l'évolution du peuplement.

Les peuplements très capitalisés, comme certains peuplements résineux du réseau AFI seront à décapitaliser de manière progressive, en prélevant les individus les plus gros ou les moins bien conformés, et régulière pour retrouver des niveaux de volumes compatibles avec un accroissement sur le diamètre satisfaisant et une régénération suffisante. Dans ces cas de figure, la prise en compte des risques est d'autant plus marquée que le diamètre des arbres est élevé.

Les coupes permettent de façonner les peuplements et de maintenir un certain mélange d'essences, lorsque la station le permet. La production de gros



*Coupe de bois (forêt de La Brisée, Haute-Saône).*



## Exemple : forêt de la Métairie Rouge (Morvan)

Le dispositif de la Métairie Rouge illustre la possibilité de conversion en futaie irrégulière d'une plantation de douglas. Ce peuplement constitué majoritairement de gros bois nécessite que l'on porte une attention particulière quant au bon développement de la régénération naturelle, afin d'assurer l'avenir du peuplement. Sa surface terrière au dernier inventaire, deux ans après une coupe est de 42,8 m<sup>2</sup>/ha. Cette plantation de douglas a subi plusieurs interventions pour diminuer le capital sur pied, prélevant entre 10 et 20 % du matériel sur pied et majoritairement dans les individus de qualités C et D. Le temps de rotation du capital en volume est de 34 ans et de 21 ans en valeur. Quasi absent à l'installation du dispositif, les semis de douglas se sont progressivement installés pour atteindre après 10 ans 2700 semis/ha. Il y a eu aussi l'émergence de hêtre et sapins. Dans ce peuplement, le dosage de la lumière et l'entretien des cloisonnements est important car la ronce est vigoureuse.



bois est l'objectif principal de la gestion en irrégulier. Certains participent aussi à la stabilisation du peuplement et doivent donc être maintenus s'ils n'entravent pas le développement de petits et moyens bois, futurs producteurs de bois de qualité.

Le mélange d'essences adaptées au milieu est recherché car il présente de nombreux avantages d'un point de vue écologique, économique et de la production (stabilité, fonctionnement du sol, apport de lumière).

### Travail sélectif dans le sous-étage

Le sous-étage (taillis) dans les futaies feuillues bénéficie aussi des interventions, souvent réalisées en même temps que la coupe jardinatoire.

La gestion du sous-étage est importante, car elle assure :

- Un bon fonctionnement du sol : le bon dosage de la lumière qui arrive au sol aide à la décomposition et la minéralisation de la matière organique et facilite l'activité de la microfaune.
- L'éducation des arbres producteurs par un gainage des futurs arbres d'élite en limitant le développement des gourmands.
- Le renouvellement du peuplement : le bon dosage de la lumière permet le développement des semis et la maîtrise de la végétation concurrente (ronces, fougères...). Cette étape nécessite une bonne technicité.

### Privilégier le renouvellement par régénération naturelle

Le traitement en irrégulier privilégie la régénération naturelle si les essences correspondent aux objectifs de production. Cela permet de maintenir les écotypes et ainsi favoriser les mécanismes d'évolution naturelle génétiques des arbres, facteur de résistance face à l'évolution du climat.

Le renouvellement est à considérer en fonction de l'organisation spatiale du peuplement et de l'essence « objectif ».

Le seuil de 20 % de surface régénérée est considéré comme suffisant pour assurer la durabilité de l'état de la forêt et celui-ci est atteint dans un grand nombre de cas dans le réseau AFI. Selon le stade des peuplements, la régénération n'est pas encore nécessaire (jeune futaie, par exemple).

Le recours à la plantation est parfois nécessaire lorsque le semis est défaillant.

La question du renouvellement se pose plutôt lors du martelage dans le peuplement. Des travaux légers peuvent être préconisés pour accompagner et faciliter le renouvellement en particulier lorsque des espèces de comportement différent sont en concurrence (chêne et hêtre, chêne et charme) ou sont précieuses (alisier torminal).

### Augmentation du volume et de la qualité

Globalement, les dispositifs du réseau AFI ont été capitalisés\* et leur qualité a été améliorée. L'évolution globale en volume de tous les dispositifs ayant eu au moins 15 ans de suivi, montre (figure 5) :

- Une augmentation forte du volume des arbres de qualité B.
- Une augmentation importante du volume des (très) gros bois.

Le suivi de la gestion des dispositifs a permis de donner des ordres de grandeur de niveaux de matériel par essence, correspondant à un bon fonctionnement du peuplement irrégulier. Les niveaux de matériel sur pied peuvent être exprimés en surfaces terrières.

La figure 6 permet d'en apprécier l'évolution depuis la mise en place de chaque dispositif :

- Chêne : entre 14 et 19 m<sup>2</sup>/ha, avec 2 à 4 m<sup>2</sup>/ha de sous-étage autorisant le développement d'une régénération par traitement du sous-étage pour amener de la lumière.
- Hêtre : entre 16 et 20 m<sup>2</sup>/ha permettant une régénération sans difficulté dans des contextes calcaire, eutrophe ou acide. Au-delà de 20 m<sup>2</sup>/ha, la régénération est plus diffuse voire incertaine.

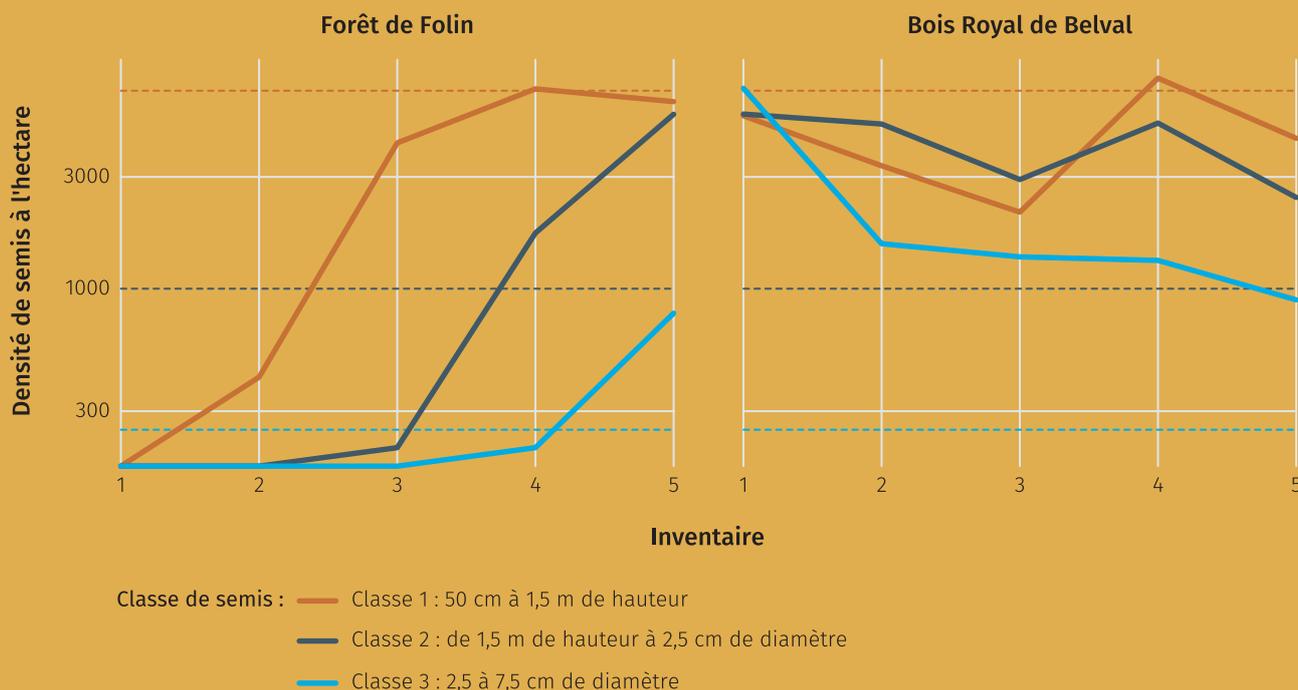
Les surfaces terrières des peuplements résineux sont plus élevées, entre 25 et 40 m<sup>2</sup>/ha, mais l'AFI ne dispose encore que de données partielles (figure 7).

\* Les trois dispositifs belges font partie des exceptions, ils ont été plutôt décapitalisés.

## Exemple : suivi de la régénération naturelle sur les dispositifs de Folin (Saône-et-Loire) et Belval (Marne)

Le dispositif de Folin a été installé dans une plantation de douglas, alors âgée de 70 ans avec un capital sur pied très important. Des coupes progressives ont permis de réduire le capital sur pied. La régénération naturelle s'est installée et a fortement progressé au cours du temps. Elle est composée de sapin, douglas, épicéa et hêtre et plus de la moitié de la surface est considérée comme régénérée. Dans ce peuplement, l'obtention d'une régénération était tout à fait opportune, le peuplement étant constitué à plus de 90 % de (très) gros bois représentant plus de 90 % de la valeur totale du peuplement.

Le nombre global de semis du dispositif de Belval, peuplement à base de chêne, a connu une baisse par rapport à l'inventaire initial en 1998, malgré un rebond au quatrième inventaire. Leur nombre dépasse les 7000 plants à l'hectare, mais la majorité est composée de charme. Une des explications est la hausse du matériel sur pied (20,8 m<sup>2</sup>/ha) mais surtout la forte pression du gibier.

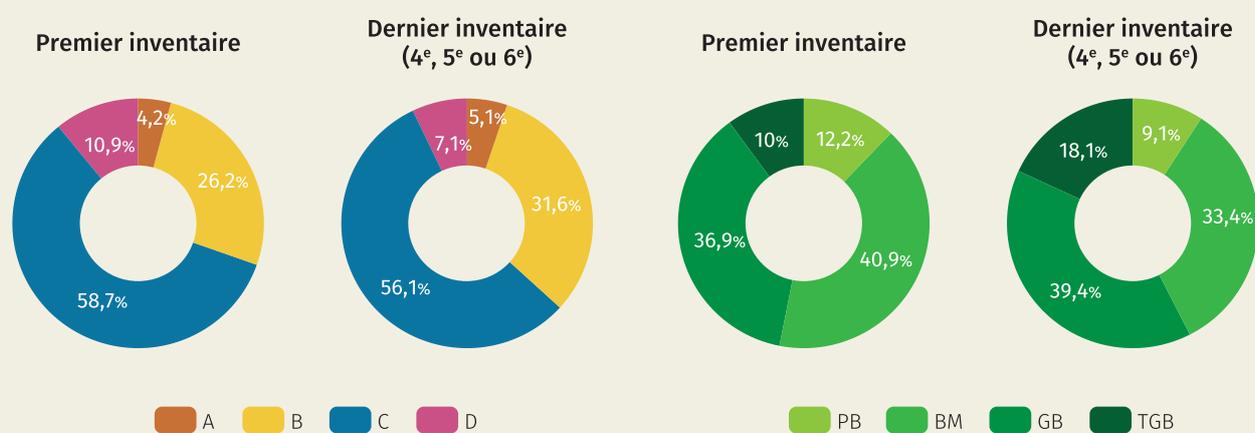


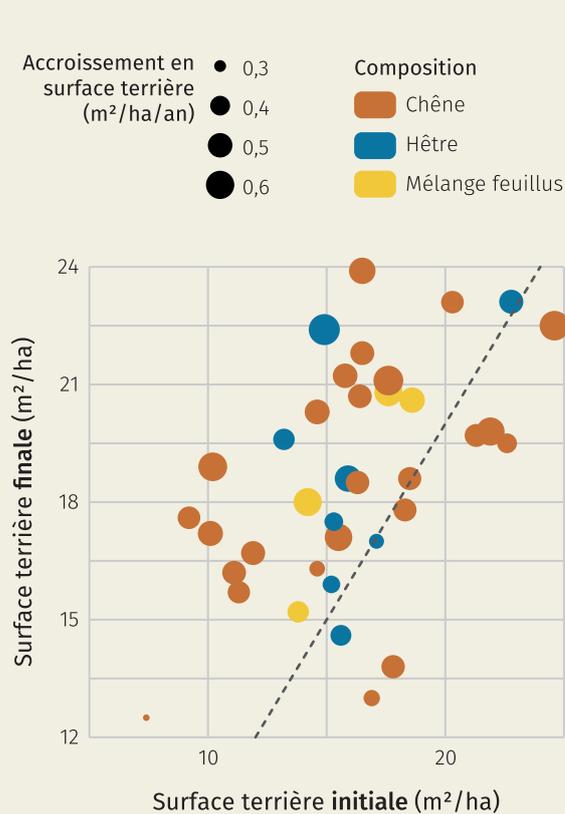
L'accroissement en volume ou son taux (ratio de l'accroissement en volume sur le volume) peut être utilisé lorsqu'il s'agit de prévoir l'évolution des stocks. La gestion en irrégulier cherche un compromis entre le volume optimal à l'échelle du peuplement et le meilleur accroissement sur le diamètre des arbres. Le gestionnaire devra donc essayer de ne pas trop perdre en production totale tout en créant les conditions pour que chaque tige sélectionnée puisse exprimer son potentiel. Dans ce cas, volume sur pied et accrois-

sement en volume restent fortement corrélés avant que celui-ci ne plafonne. Cette relation est surtout vraie lorsque les peuplements sont en phase de capitalisation.

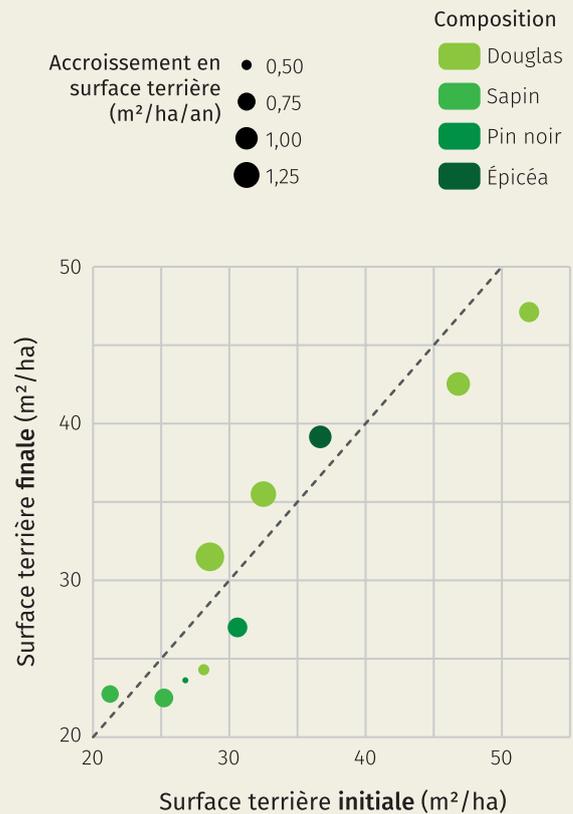
Sur le réseau AFI, la relation entre l'accroissement en volume et le volume sur pied est globalement linéaire mais avec de fortes variabilités. Les peuplements où le chêne est majoritaire ont un taux d'accroissement en volume entre 1,5 et 3,5 % (figure 8).

**Figure 5.** Évolution du volume entre le premier et dernier inventaire par qualités (à gauche) et par catégories de diamètre (à droite) (intervalle entre inventaires : 5 ans).





**Figure 6.** Évolution des surfaces terrières des peuplements feuillus (chêne, hêtre et mélange).



**Figure 7.** Évolution des surfaces terrières des peuplements résineux (au moins trois inventaires).

### Intensité des prélèvements

Les taux de prélèvement lors d'un passage en coupe sont en général compris entre 10 et 20 %, quel que soit le peuplement et le gestionnaire, et jusqu'à 30 % lorsqu'il y a plusieurs coupes entre deux remesures. Les taux faibles correspondent à des dispositifs en capitalisation forte. Le taux de prélèvement en volume, en gestion irrégulière tend progressivement vers le taux d'accroissement. Bien souvent, il lui reste encore inférieur de manière à reconstituer un capital producteur suffisant. La figure 9 présente le volume prélevé à chaque passage en éclaircie des dispositifs du réseau AFI. Les pointillés correspondent à des taux de prélèvement : 10, 20 et 30 %. Ces données permettent de donner des ordres de grandeurs de prélèvement.

Sur le réseau AFI, l'étude des prélèvements en fonction du stock permet de retrouver les grands principes d'une gestion en irrégulier (figure 10):

- La récolte en volume est majoritairement concentrée dans la qualité C, dans les classes de diamètre 30 à 70 cm.
- Le diamètre moyen des arbres exploités augmente avec leur qualité. Les arbres de meilleure qualité sont conservés plus longtemps, les arbres de qua-

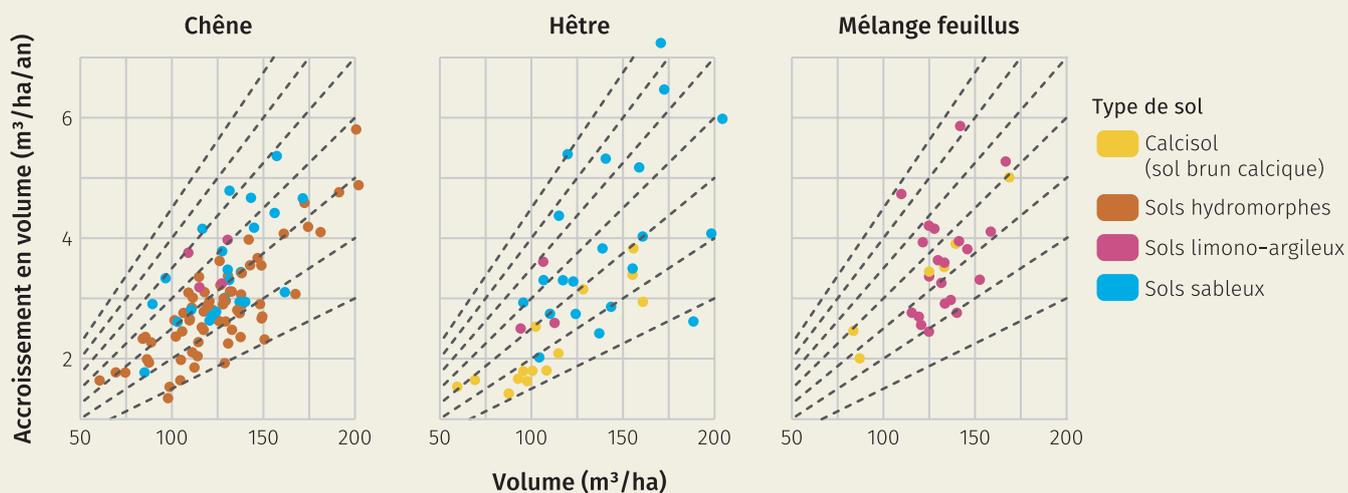
lité D sont rapidement prélevés et ne sont présents dans les peuplements que dans les faibles dimensions.

## Un système de production économiquement performant

### Des recettes régulières et des dépenses mesurées

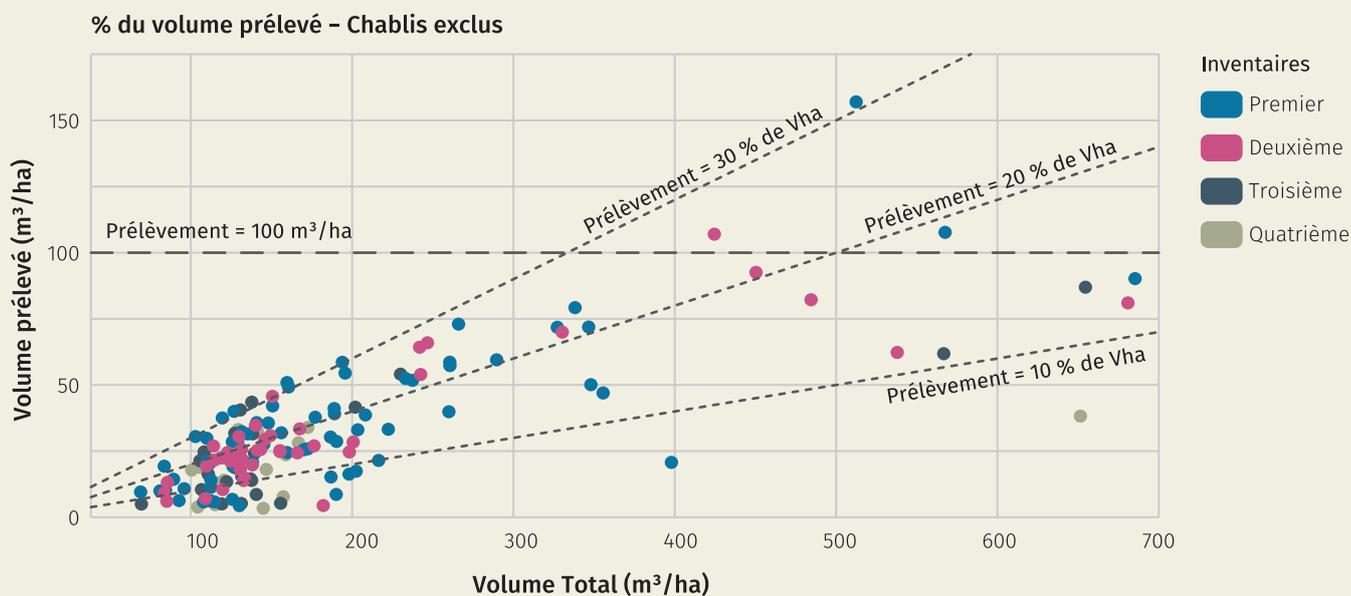
Les recettes issues des coupes de bois constituent jusqu'à présent l'essentiel des revenus pour le propriétaire. Les coupes de bois prélèvent d'autant plus de bois de valeur (et de qualité) que la gestion en irrégulier est ancienne. Au début de la conversion en futaie irrégulière, les coupes prélèvent un volume important de bois d'industrie et d'énergie, même si le volume en bois d'œuvre est loin d'être négligeable. Sur l'ensemble des prélèvements suivis par le réseau AFI, les qualités A et B ne représentent que 20 % du volume mais constituent 47 % des recettes.

Au sein du réseau AFI, les recettes s'échelonnent entre 30 et 600 €/ha/an, les plus grosses recettes résultant de facteurs spéciaux tels que les chablis ou la volonté de décapitaliser un peuplement trop riche.

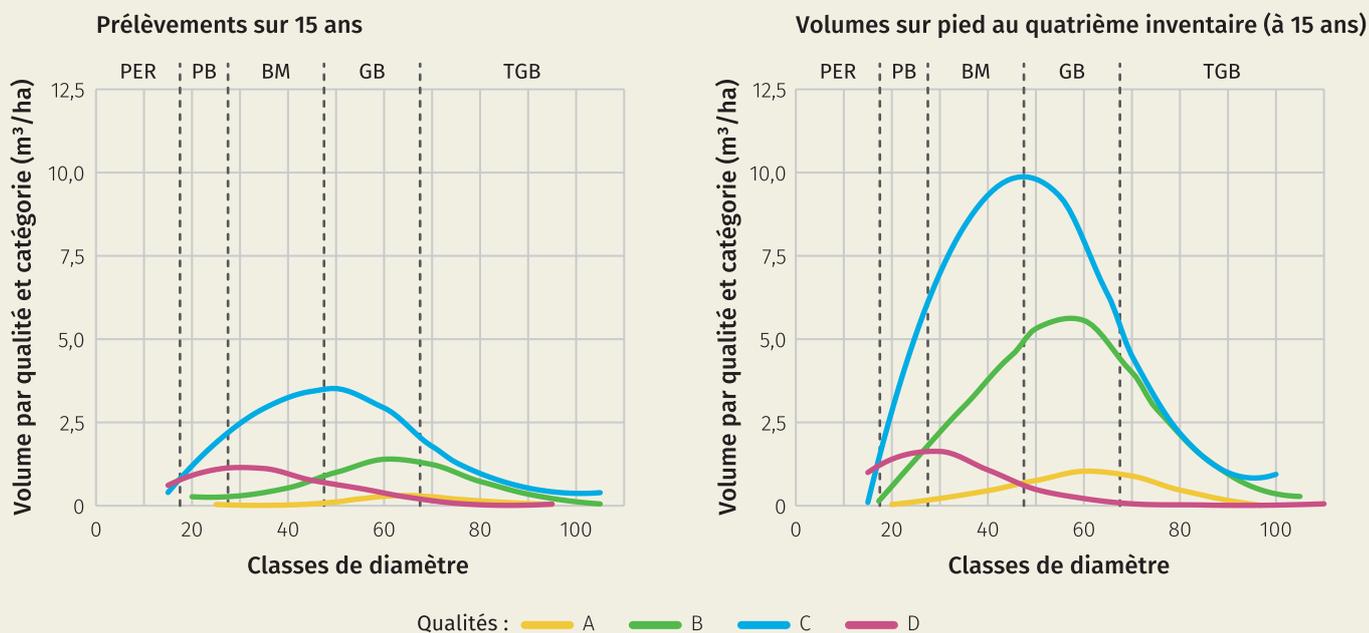


**Figure 8.** Accroissement absolu en volume en fonction du volume pour des peuplements dont l'essence majoritaire est le chêne, le hêtre ou un mélange feuillu, selon quatre types de sols.

**Figure 9.** Volume prélevé en éclaircie (chablis exclus) dans les dispositifs du réseau AFI. Les pointillés correspondent à des taux de prélèvement de 10, 20 et 30 %.



**Figure 10.** Comparaison des prélèvements et des stocks sur base des qualités et catégories de diamètres.



Le prélèvement moyen en valeur ne représente que 41 % de l'accroissement en valeur. Les prélèvements en valeur sont donc inférieurs aux accroissements en valeur sur la majorité des dispositifs du réseau, ce qui signifie qu'ils sont dans une phase de capitalisation (figure 11).

Une gestion efficace est celle qui minimise toutes les dépenses et maximise les recettes en récoltant du bois de valeur mais qui ne pénalise pas la stabilité, la flexibilité et la résilience des peuplements.

Les dépenses concernent les soins aux peuplements, les frais de gestion forestière et les martelages, qui suivant les gestionnaires sont ou non intégrés aux frais de gestion forestière. Les frais de gestion comprennent toutes les interventions concernant la production de bois (renouvellement, éducation, amélioration). Les dépenses sont aussi à mettre en regard avec le type de peuplement : les martelages sont plus fréquents dans les peuplements résineux que feuillus, les rotations étant plus courtes. Sur le réseau AFI, la moitié des dispositifs ont des dépenses qui n'excèdent pas 30 €/ha/an (figure 11).

### Exemple : forêt de Métendal (Vosges)

Le dispositif de Métendal est un peuplement de chêne suivi depuis 10 ans. Il illustre les choix de gestion qui peuvent intervenir en deuxième phase de conversion. La surface terrière de ce dispositif est passée de 24,7 à 22,8 m<sup>2</sup>/ha entre deux inventaires (5 ans), celle de gros bois a continué d'augmenter. Ces valeurs sont supérieures à celles recommandées par l'AFI pour des peuplements de chênes. La régénération a baissé et les accroissements en diamètre des jeunes bois moyens de chêne ont diminué. Cependant, le gestionnaire a pris le parti de maintenir ce niveau de matériel sur pied car les arbres de diamètre 50 et 70 cm concentraient une majeure partie des bonnes qualités. Leur optimum économique n'est pas encore atteint et les couper reviendrait à faire des sacrifices d'exploitabilité. Cet exemple montre la justesse des recommandations générales mais aussi l'importance de s'adapter à chaque peuplement.



### Un capital financier valorisé

Les dispositifs du réseau AFI sont également suivis économiquement pour évaluer l'évolution du capital valeur. L'une des variables est la valeur de consommation qui correspond à la valeur à la vente d'un peuplement. Elle est estimée par une mercuriale de prix fixes, établie par l'AFI pour constater l'impact de la sylviculture sur la valeur des arbres.

La majorité des dispositifs ont une augmentation de leur valeur de consommation, qui a été plus forte que celle en volume. L'analyse de l'évolution de la valeur de consommation des dispositifs ayant au moins 15 ans de suivi montre que (figure 12) :

- La part globale des qualités A et B a augmenté. La gestion des arbres de qualité sera basée sur le risque lié à leur maintien et sur le différentiel d'accroissement en valeur par rapport aux arbres voisins.
- C'est la valeur de consommation des arbres de qualité B qui a le plus progressé, car les arbres de qualité A sont beaucoup moins fréquents. Parallèlement, la part des arbres de qualité C et D continue de diminuer.
- Lors du dernier inventaire, les qualités A et B représentent quasiment les deux tiers de la valeur totale de consommation.
- En relation avec l'évolution du volume (à droite sur la figure 12), l'augmentation importante de la part en volume des arbres de qualité B explique l'augmentation de la part de la valeur de consommation.

La stratégie de concentrer l'accroissement sur les arbres de meilleure qualité et sur les gros bois permet d'améliorer l'accroissement en valeur de la forêt. Sur le réseau AFI, l'accroissement en valeur est en général positif, compris entre 200 et 400 €/ha/an, sauf certains cas où il y a une régression temporaire. Les variations d'accroissement sur le diamètre expliquent les différences entre les dispositifs d'une même essence, les prix unitaires étant constants pour l'étude.

Sur le réseau AFI, l'analyse des prélèvements en volume et en valeur montre que :

- Les taux de prélèvements des qualités A sont supérieurs à ceux des qualités B et C, traduisant des opérations de récolte.
- Les taux de prélèvements sont croissants depuis la qualité B vers les qualités C et D, exprimant le fait que les martelages sont principalement orientés vers l'amélioration des peuplements.

Récemment, l'AFI a complété son suivi économique par l'ajout d'une mercuriale de prix variables. Celle-ci est venue compléter la mercuriale de prix fixes. Dans une analyse comparée, elles permettent de distinguer dans l'évolution de la valeur de consommation, la part qui est imputable à la sylviculture de celle qui est liée au marché. Cette double comptabilité est né-

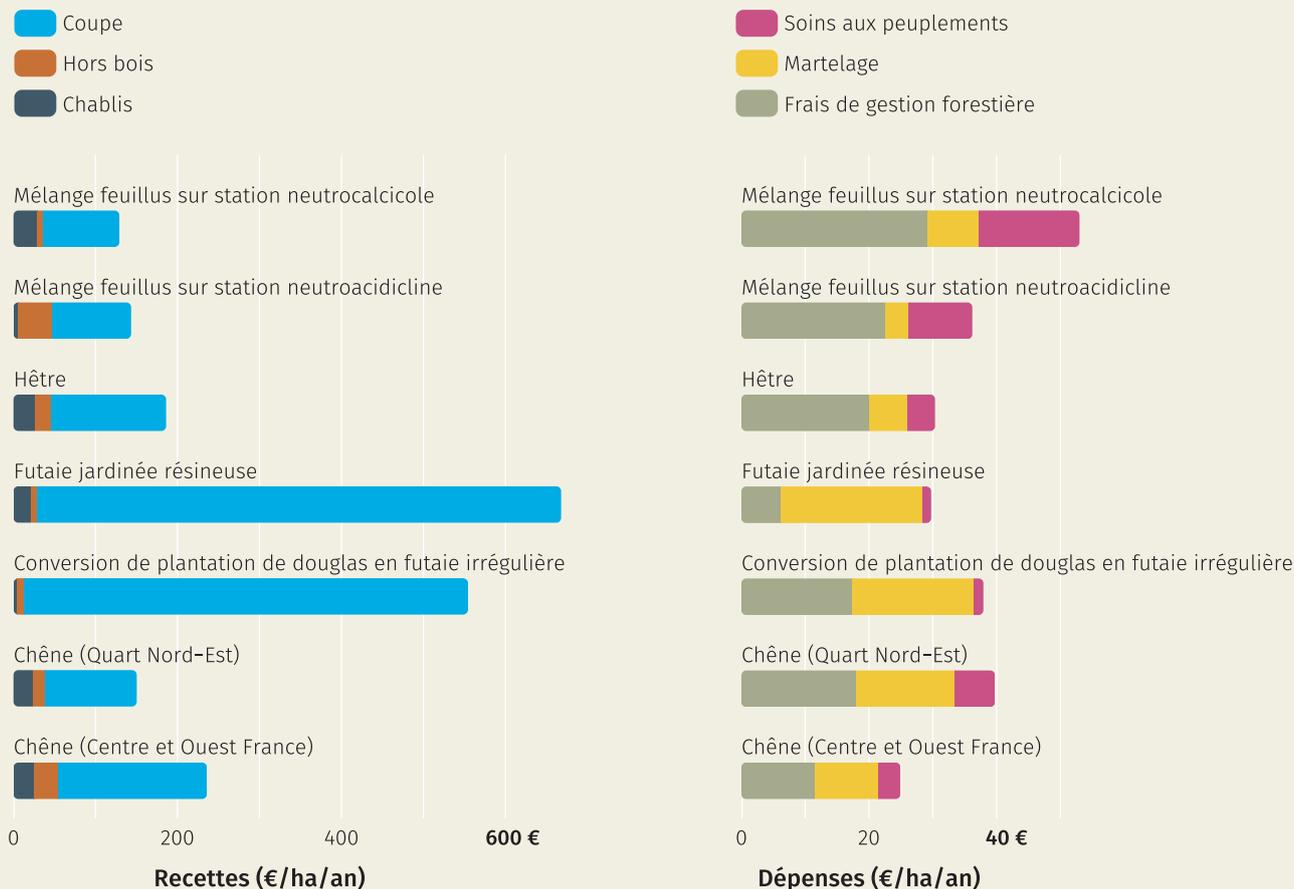
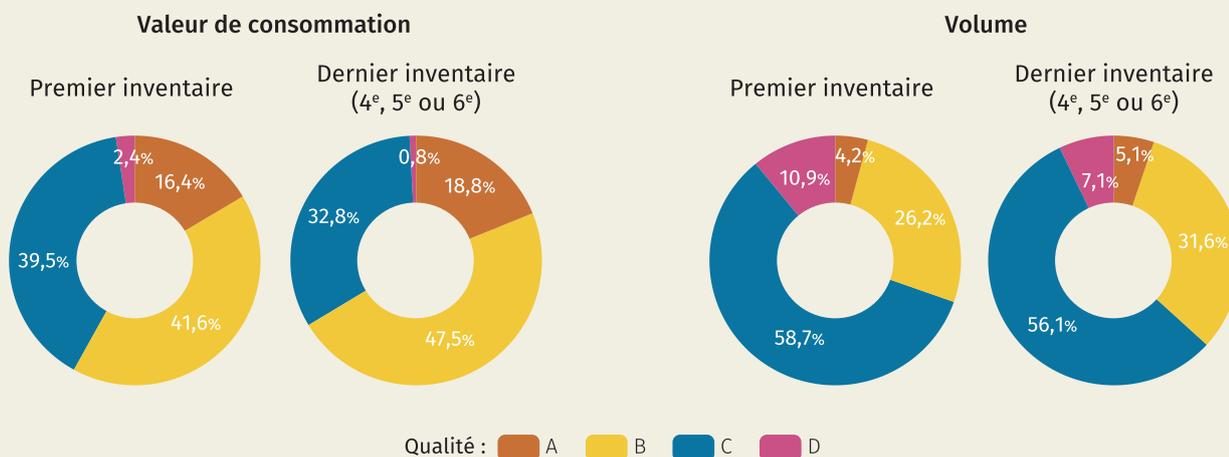


Figure 11. Recettes et dépenses dans les peuplements du réseau AFI.

Figure 12. Mise en regard de l'évolution des valeurs et des volumes par qualités (seuls les dispositifs ayant bénéficié d'au moins quatre inventaires sont pris en compte).



cessaire puisque la variation des cours du bois est l'un des risques les plus fréquents auquel doit faire face un gestionnaire forestier.

### Quel temps retour ?

Un indicateur important utilisé en gestion en irrégulier pour suivre l'évolution du capital volume (en m<sup>3</sup>) ou valeur (en €) est le « temps de retour », appelé aussi « temps de rotation du capital ».

Le temps retour en **volume** est le temps mis pour récupérer en coupe un volume équivalent au volume initial, tout en ayant le même volume sur pied. Le temps retour en **valeur** est le nombre d'années nécessaire pour récupérer, sous forme de revenu brut, la valeur de consommation initiale.

Ainsi la performance d'un système sylvicole peut être juger à l'aune de cet indicateur, d'autant plus



## Exemple : Bois du Château (Saône-et-Loire)

Le dispositif du Bois du Château est l'un des dispositifs avec le temps retour en capital volume les plus faibles. Il se caractérise par un peuplement de chêne, au départ dominé par les petits bois et bois moyens et au dernier inventaire (2016), les bois moyens et gros bois dominaient. Ce dispositif présente un passage à la futaie soutenu (perches de chêne devenues précomptables) et des accroissements sur le diamètre importants quelle que soit la classe de diamètre. Des éclaircies légères et en faveur des beaux bois permettent de maintenir le potentiel de production.

favorable qu'il est court. Face aux éventuelles perturbations climatiques, cet indicateur (volume ou valeur) permet de mesurer la vitesse de réaction potentielle du peuplement et de relativiser l'utilité d'avoir recours à des transformations d'essences. Sur le réseau AFI, les temps de retour du capital volume les plus faibles correspondent aux peuplements où le capital initial des arbres précomptables était faible et les temps les plus longs aux dispositifs à fort capital initial ou bien à des accroissements en volume faible. En moyenne, toute essence confondue, il est de l'ordre de 33 ans. Cet indicateur est fondamental et doit être mis en regard avec la notion de révolution des peuplements réguliers. Il permet de modérer l'argumentaire actuel qui incite notamment à réduire la durée du cycle de production des plantations face aux changements climatiques.

### Quel intérêt d'une gestion en irrégulier face aux changements climatiques ?

Actuellement, les incertitudes liées aux changements globaux incitent à la recherche de modes de gestion peu risqués. Le traitement irrégulier, de par son approche multifonctionnelle et respectueuse de la qualité de l'écosystème, apporte la souplesse nécessaire pour adapter et sécuriser les peuplements gérés face aux changements climatiques. Cette atténuation du

risque permettra de soutenir la production économique de bois de qualité dont la filière a besoin.

Les principes du traitement irrégulier permettent ainsi de prendre en compte naturellement les enjeux climatiques :

- Le respect du microclimat forestier : la coupe rase est à éviter car elle aggrave drastiquement le manque d'eau pour les arbres en desséchant les sols (effet cumulé du vent et du rayonnement direct) et perturbe ainsi le bon fonctionnement biologique de l'écosystème.
- Le respect des sols : la bonne santé des sols garantit une résilience rapide de l'écosystème producteur de bois suite à un aléa (sécheresses, tempêtes...). De plus pour lutter contre le manque d'eau, les systèmes racinaires des arbres doivent être respectés. C'est pourquoi la création de cloisonnements d'exploitation est une pratique promue pour exploiter et vendre les bois en respectant l'intégrité des sols.
- La recherche du mélange d'essences : le principe de facilitation racinaire\* entre essences différentes permet de diminuer la concurrence pour l'eau et les nutriments. Cela augmente la résistance à la sécheresse et accroît la productivité du système. En cas d'hypersensibilité d'une essence au stress hydrique, d'autres essences plus résistantes peuvent prendre le relais.
- La prise en compte des stations forestières et des essences naturelles de l'habitat : le fait de gérer prioritairement les cortèges d'essences régénérées naturellement depuis de très longues périodes sur une station donnée permet de travailler avec une diversité génétique plus large que celle issue de variétés sélectionnées de plants, et d'accroître ainsi les capacités d'adaptation du système aux aléas.
- Le niveau modéré de capital sur pied : lorsque qu'ils tendent vers une situation d'équilibre, les systèmes irréguliers présentent, afin de concilier production et régénération, un niveau de capital sur pied adapté. Ainsi, les arbres de haute qualité sont affranchis précocement de leurs concurrents, ce qui leur permet de bénéficier pleinement des ressources hydriques disponibles.
- Des prélèvements plus faibles et des rotations de coupe plus courtes : ces deux pratiques permettent de ne pas déstabiliser le système en contexte de stress hydrique, et d'adapter la sylviculture à l'évolution du risque climatique (mobilisation des arbres dépérissants avant de perdre leur valorisation marchande, recrutement précoce de nouvelles essences...).
- Une résistance accrue aux vents : la tempête de 1999 a montré que les systèmes irréguliers offraient une résistance accrue aux vents modérés (jusqu'à 130 km/h). Or, l'une des conséquences des

\* Deux arbres proches d'essence différente prospectent des volumes de sols différents et augmentent leur production de racines fines par rapport à leur équivalent en monoculture.



changements climatiques est l'augmentation des fréquences d'épisodes venteux.

- La plasticité du système : le système peut être orienté vers de nouvelles essences si le besoin se confirme, par enrichissements ponctuels au sein d'un système à couvert continu protecteur (par exemple : chêne pubescent au sein d'un peuplement de chêne sessile).
- Le stockage du carbone : la production de gros bois et le maintien de vieux arbres sur pied accroissent la séquestration du carbone car celui-ci est stocké de manière continue sur le long terme.
- Le suivi de l'accroissement réel de nos forêts : les dispositifs de placettes permanentes développés et promus par l'AFI permettent, à l'échelle d'une forêt, de quantifier la réponse des arbres soumis aux changements climatiques, et d'adapter en temps réel les prélèvements et les travaux afin de sécuriser la production.

À l'échelle de toute la forêt française (et au-delà), la force du réseau AFI repose également sur la grande diversité des peuplements forestiers, couvrant une large gamme de conditions stationnelles et climatiques, qui sont suivis régulièrement et rigoureusement selon un protocole breveté. Le suivi scientifique de ces dispositifs permet de mesurer la réaction précise des arbres aux changements globaux. L'impact des grandes crises (la tempête de 1999, la canicule de 2003) a déjà pu être constaté grâce aux résultats dendrométriques du réseau. Ce réseau de référence pourrait servir de support à l'étude de l'adaptabilité des peuplements face aux changements climatiques actuels ou à venir.

## Conclusion

La gestion des peuplements en irrégulier a pour avantage de répondre à la fois à la demande de préservation de la biodiversité, aux attentes de la filière bois et aux attentes sur les politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Cette gestion est favorable à la biodiversité et à la préservation de paysages variés avec des peuplements d'âges et d'essences forestières diversifiés. La plasticité des peuplements gérés en irrégulier est un gage de résilience des forêts face aux changements climatiques et d'adaptabilité aux risques économiques. Cette gestion répond aux attentes écologiques et aux attentes économiques sans que celles-ci viennent s'opposer.

L'AFI collabore avec plusieurs pays européens ayant accepté notre démarche scientifique. Le réseau AFI suit donc une cinquantaine de dispositifs à l'étranger en partenariat avec les gestionnaires locaux. Les bénéfices de ce mode de gestion n'est pas donc pas uniquement une réalité française mais bien internationale. ■

## POINTS-CLEFS

- ▶ L'AFI mesure et compile depuis 30 ans des données sur la conduite des peuplements en traitement irrégulier.
- ▶ Les résultats confirment que ce type de gestion répond à la fois aux préoccupations économiques de la filière bois et aux préoccupations écologiques.
- ▶ La gestion en traitement irrégulier est favorable à la préservation des écosystèmes forestiers de par le maintien d'un couvert végétal continu, la recherche du mélange d'essences, la volonté de conserver du bois mort, des pratiques forestières respectueuses du sol et du cycle du carbone.
- ▶ Son approche multifonctionnelle et respectueuse de la qualité de l'écosystème apporte la souplesse nécessaire pour adapter et sécuriser les peuplements aux changements climatiques.
- ▶ La prise en compte de ces enjeux ne pénalise pas la fonction de production, les dispositifs de l'AFI ont démontré leur performance économique : production de gros bois de qualité, faibles prélèvements mais fréquents tout en essayant de minimiser les dépenses.

## Pour en savoir plus

- **AFI (2020).** *Valorisation de la base AFI.* Association Futaie Irrégulière, 142 p.
- **Susse R., Allegrini C., Bruciamacchie M., Burrus R. (2018).** *Le traitement des futaies irrégulières. Valoriser les fonctions multiples de la forêt.* Association Futaie Irrégulière, 144 p.
- **Bruciamacchie M., Tomasini J., Susse R. (2005).** *Gestion des peuplements irréguliers. Réseau AFI : synthèse 1991-2005.* Association Futaie Irrégulière, 103 p.
- **AFI (2018).** *Du taillis-sous-futaie à la futaie irrégulière.* Association Futaie Irrégulière, 17 p.

Ce document fait référence à la synthèse générale AFI sur la base de données du réseau publiée en janvier 2020 par l'Association Futaie Irrégulière.

**Crédits photos.** AFI

**Marie-Laure Martin**

**Roland Susse**

**Julien Tomasini**

**Christophe Pichery**

**Max Bruciamacchie**

**Collectif AFI**

[jtomasini@reseau-afi.fr](mailto:jtomasini@reseau-afi.fr)

Association Futaie Irrégulière (AFI)  
24 quai Vauban | F-25000 Besançon