



ASKAFOR

# GESTION DES CHÊNES, HÊTRE ET DOUGLAS EN SYLVICULTURE MÉLANGÉE À COUVERT CONTINU

SYNTHÈSE DES DISPOSITIFS AFI

## SOMMAIRE

Gestion des **chênes sessiles** et **pédonculés**  
en sylviculture mélangée à couvert continu p. 1

Gestion du **hêtre** en sylviculture mélangée  
à couvert continu p. 25

Gestion de peuplements de **douglas**  
issus de plantation en sylviculture  
mélangée à couvert continu p. 49

## AUTEURS

**Marie-Laure Martin-Bellier** (rédactrice principale),  
**Max Bruciamacchie** et **Julien Tomasini** (Association Futaie Irrégulière)

**Benoit Meheux** et **Margot Gessen** (Pro Silva France)

**Christine Sanchez** (Forêt.Nature)

L'**Association Futaie Irrégulière (AFI)** a été créée en 1991 à l'initiative d'experts forestiers privés, afin d'étudier et de promouvoir la gestion en futaie irrégulière. Elle se veut un lieu d'échange d'informations techniques.

Elle utilise les principes de gestion préconisés par l'association Pro Silva.

Pour contribuer à diffuser ou aider à mieux définir cette technique sylvicole, l'AFI a décidé de mettre en place un réseau de parcelles de référence. Chaque dispositif fait l'objet d'un suivi dendrométrique, économique et écologique. Depuis plus de vingt-cinq ans, les gestionnaires réunis au sein de l'AFI ont amélioré les grandes orientations et les techniques sylvicoles propres au régime de la futaie irrégulière. L'ensemble des résultats ont pour but de servir aux gestionnaires forestiers ainsi qu'aux propriétaires forestiers avertis, afin qu'ils puissent approfondir leur connaissance sur ce mode de traitement et mieux maîtriser les techniques sylvicoles qui en découlent.

L'AFI a pour objectif de porter les méthodes de gestion et techniques sylvicoles les plus performantes, conférant aux peuplements une plus grande plasticité et assurant au gestionnaire et propriétaire une réelle rentabilité, ainsi qu'une meilleure réponse aux sollicitations extérieures (accident climatique, variation du marché, demande sociale).



**association futaie irrégulière**

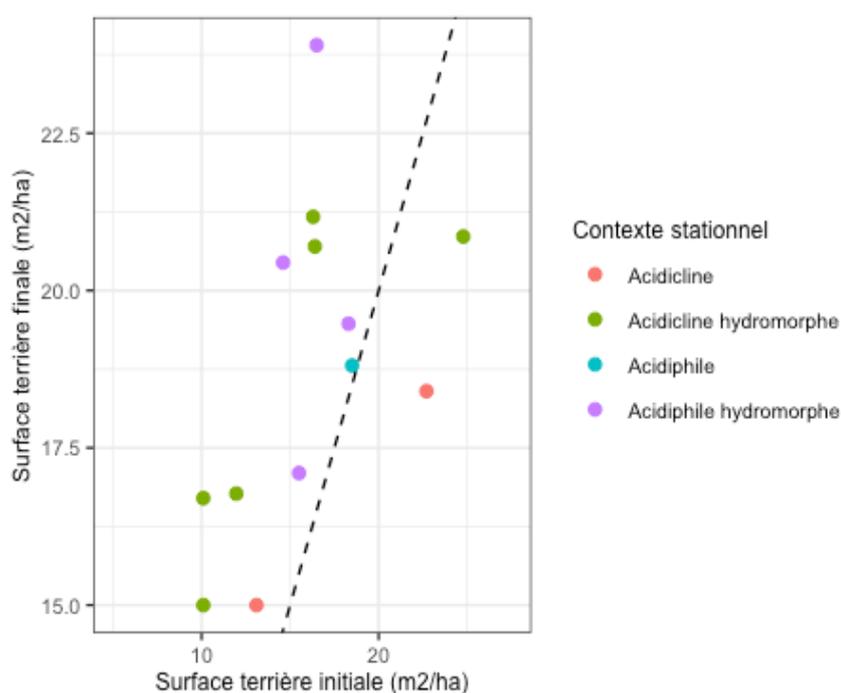
# GESTION DES CHENES SESSILES ET PEDONCULES EN SYLVICULTURE MELANGEE A COUVERT CONTINU

## BILAN DENDROMETRIQUE

### Gestion du matériel sur pied

#### Niveaux de matériel sur pied

Le choix du niveau de matériel sur pied constitue l'un des fondements de l'aménagement des peuplements. Le réseau de l'AFI permet de fournir des indications sur les niveaux de matériel sur pied autorisant à la fois une optimisation de la production par une répartition de l'accroissement sur les meilleures tiges et une pérennité tout en assurant une bonne répartition en structure et une régénération suffisante.



La figure ci-dessus fournit l'évolution de la surface terre à l'installation du dispositif et au dernier inventaire pour les dispositifs de chêne, distingués par contexte stationnel. Pour les chênes sessile et pédonculé, une surface terre entre **14 m²/ha et 19 m²/ha de précomptables**, **1 à 3 m²/ha de taillis** et **1 à 2 m²/ha de perches** permet d'obtenir un

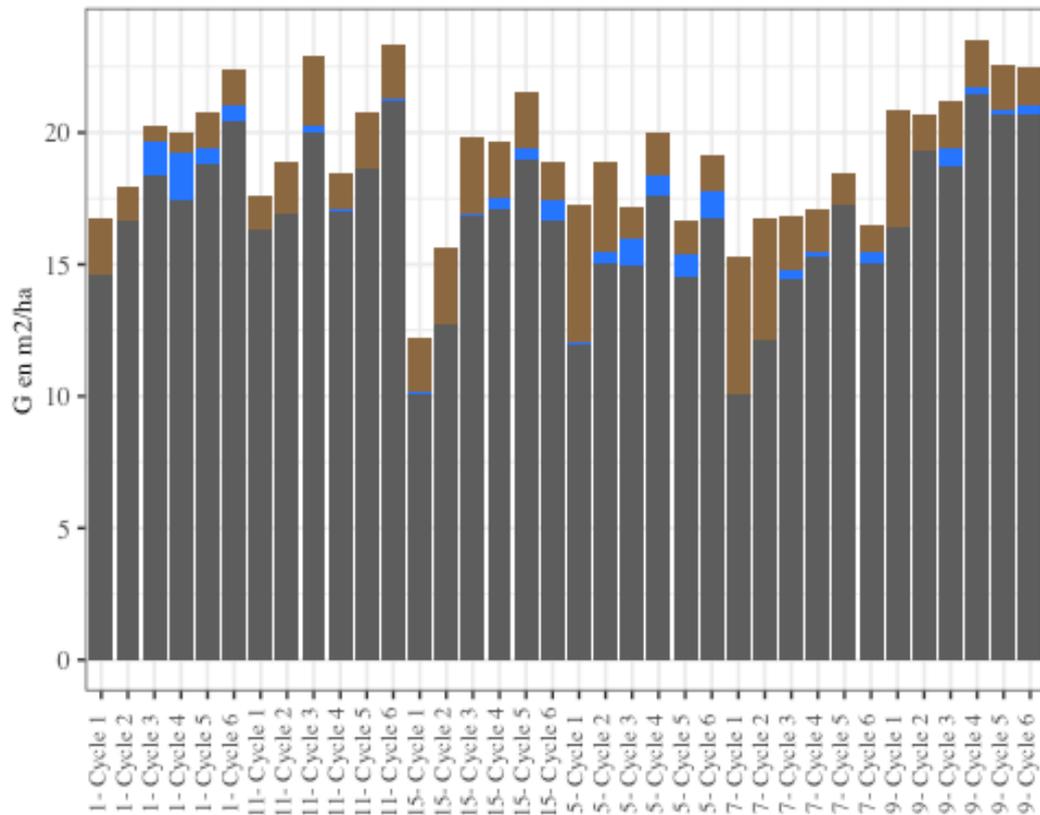
peuplement stable et producteur, tout en obtenant une régénération de manière diffuse, par petites trouées consécutives à la récolte de gros bois.

Pour les dispositifs suivis depuis plus de 20 ans, ils ont été plutôt capitalisés en gros bois et très bois. Cependant leur suivi peut permettre de donner des indications sur la structure recherchée, qui doit être équilibrée entre les différentes catégories de bois : **de 10 à 20 % de la surface terrière en petits bois, 30 à 40 % en bois moyens et 40 à 60 % en gros bois et très gros bois.**

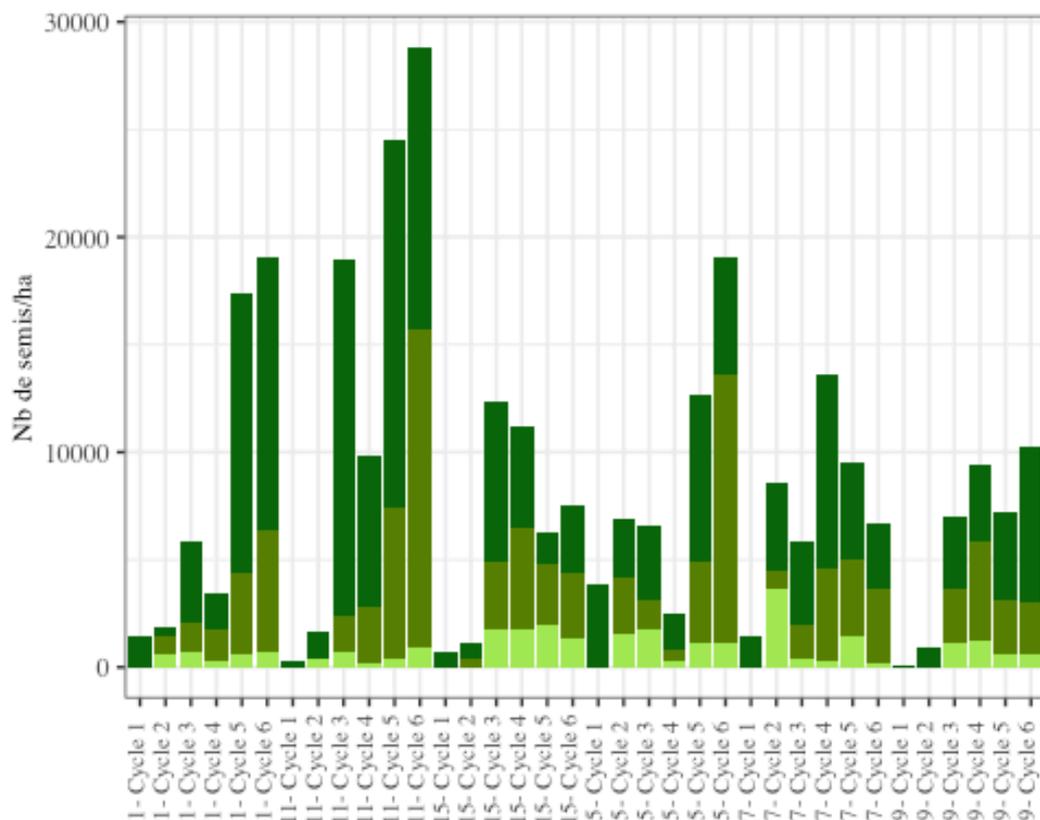
Un niveau de matériel sur pied ou une capitalisation trop forte dans les gros bois peut porter atteinte à la pérennité du peuplement, à la fois sur les conditions de croissance mais aussi sur la dynamique de régénération.

Toutefois une surface terrière plus élevée peut se justifier lorsque la qualité du peuplement est importante. La gestion de la qualité est primordiale pour ne pas faire de sacrifice d'exploitabilité.

Le dispositif n°20 a vu une forte hausse de son capital volume et valeur en 20 ans, notamment dans les gros diamètres. Bien que la régénération soit présente, il conviendrait de s'en occuper pour pouvoir alimenter à moyen-terme le compartiment des perches et petits bois de chêne, insuffisamment pourvu. C'est également le cas du dispositif n°71 avec un niveau de surface terrière supérieure à 20 m<sup>2</sup>/ha, dominée par les gros diamètres de chêne avec un taux de qualité élevé. Une décapitalisation progressive a été entamée pour favoriser la régénération naturelle de chêne déjà présente qui comblera à moyen-terme le déficit de perches et petits bois.



Population Taillis Perches Précomptables



Classes de semis Classe1Ha Classe2Ha Classe3Ha

La figure ci-dessus met en relation l'évolution du niveau de capital sur pied avec l'évolution de la régénération selon différentes classes de semis. De manière globale, la régénération s'est développée sur tous les dispositifs. Le dispositif n°11 a une forte dynamique de sa régénération naturelle mélangée (chêne rouge, hêtre, charme). Cependant, les semis de chêne sessile sont également en progression grâce à plusieurs interventions en soin sylvicoles.

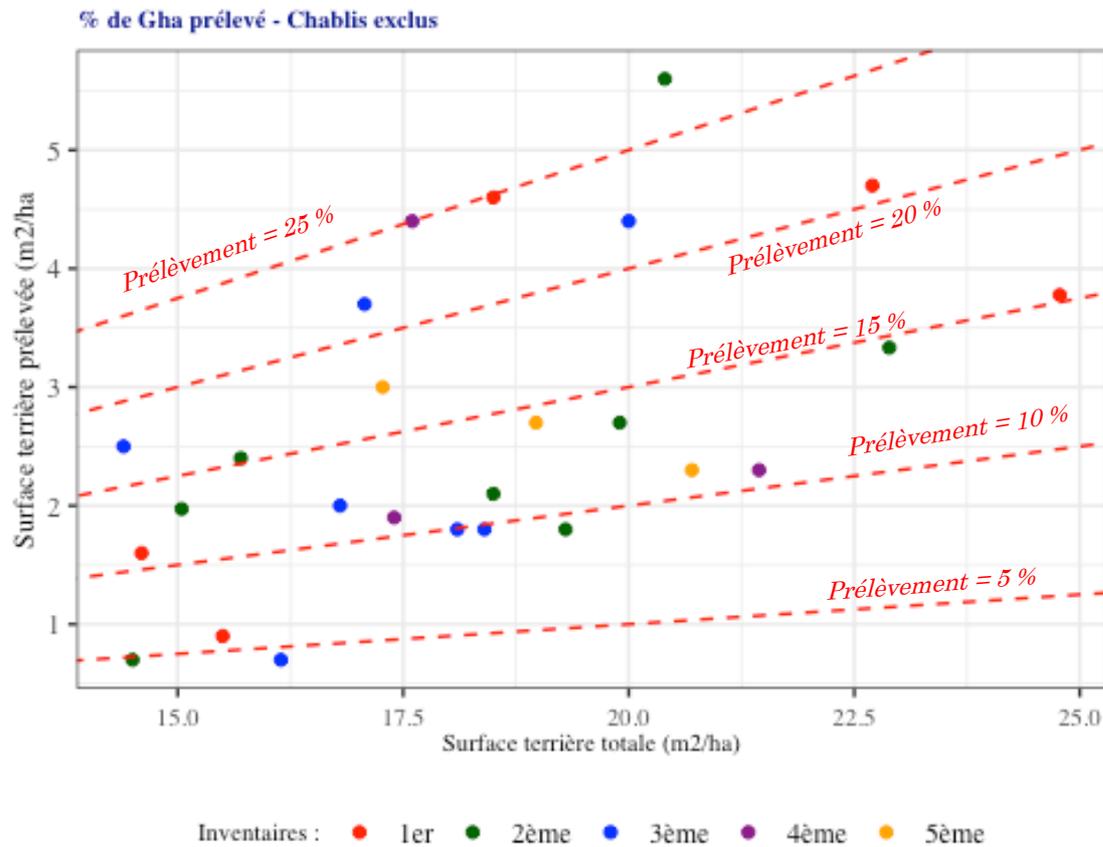
## Répartition des prélèvements

La coupe jardinatoire permet de façonner les peuplements gérés en sylviculture mélangée à couvert continu. Dans les peuplements de chênes, **les rotations sont de l'ordre de 10 à 12 ans en moyenne, pouvant aller de 8 à 15 ans dans certains cas.**

Les durées de rotations des coupes varient en fonction du niveau de matériel sur pied initial par rapport à celui qui est recherché ainsi que de la structure du peuplement et des objectifs du propriétaire. Les durées plus courtes s'inscrivent généralement dans une démarche de décapitalisation progressive pour atteindre des niveaux de surface terrière compatibles avec un renouvellement continu.

Le dispositif n°71 en est un parfait exemple, la fréquence des interventions a été volontairement raccourcie (7 ans) avec des taux de prélèvement faibles pour ne pas déstabiliser le peuplement, préserver la qualité des chênes et éviter les sacrifices d'exploitabilité.

Inversement, et notamment pour de nombreux peuplements issus de taillis-sous-futaie, les rotations de coupes sont volontairement plus espacées pour les peuplements à faible capital sur pied et qui nécessitent une certaine capitalisation.



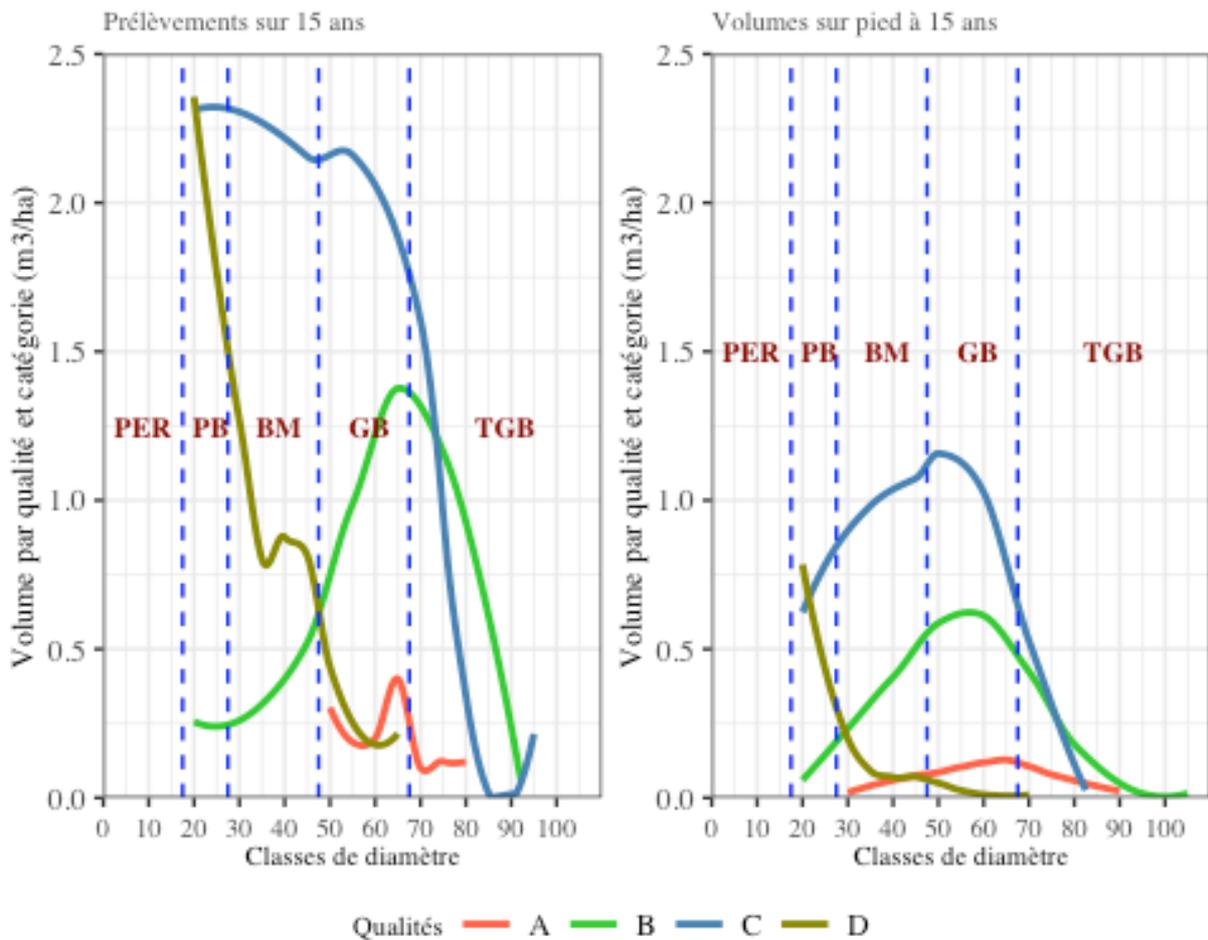
La figure ci-dessus illustre pour les peuplements de chêne suivis, les taux de prélèvements constatés. **Les taux de prélèvements sont généralement compris entre 10 % et 20 % de la surface terrière, de manière plus exceptionnelle jusqu'à de 25 %.** Des taux faibles peuvent correspondre à une logique de capitalisation, ou combinés à des rotations plus courtes à une décapitalisation progressive. Dans un système géré en irrégulier, les taux de prélèvement en volume tendront à terme vers le taux d'accroissement.

Les coupes jardinatoires visent à améliorer le capital sur pied en sélectionnant les meilleurs individus quel que soit le diamètre et à récolter les tiges arrivées à maturité c'est-à-dire leur optimum économique. Les peuplements de chêne sessiles et pédonculés suivis par le réseau AFI sont majoritairement issus d'anciens taillis-sous-futaie.

Trois phases peuvent être identifiées lors du processus d'irrégularisation :

- Dans un premier temps, lorsque le capital producteur initial est faible, la gestion à couvert continu assure une augmentation de la part de bois d'oeuvre avec une concentration de la production sur les meilleures tiges, jusqu'à un volume seuil où la cohabitation entre une régénération diffuse et continue, la survie d'essences moins compétitives et des accroissements individuels sur le diamètre suffisant, est possible.
- La deuxième phase est une stabilisation du volume seuil atteint et une poursuite de l'augmentation de la valeur du peuplement et de la structuration verticale.
- Enfin, la troisième phase est atteinte lorsque le capital est à son optimum de production en volume et en valeur. Dans cette phase, la question du renouvellement trouve toute son importance.

La logique d'amélioration continue est fondamentale dans le processus des martelages. Dans les premières phases de conversion, il y a une mobilisation importante de bois à destination des filières bois d'énergie et industrie et par une mobilisation non négligeable vers la filière bois d'oeuvre, même si elle s'accompagne d'une rétention temporaire et légitime (capitalisation en valeur) des arbres de meilleure qualité.



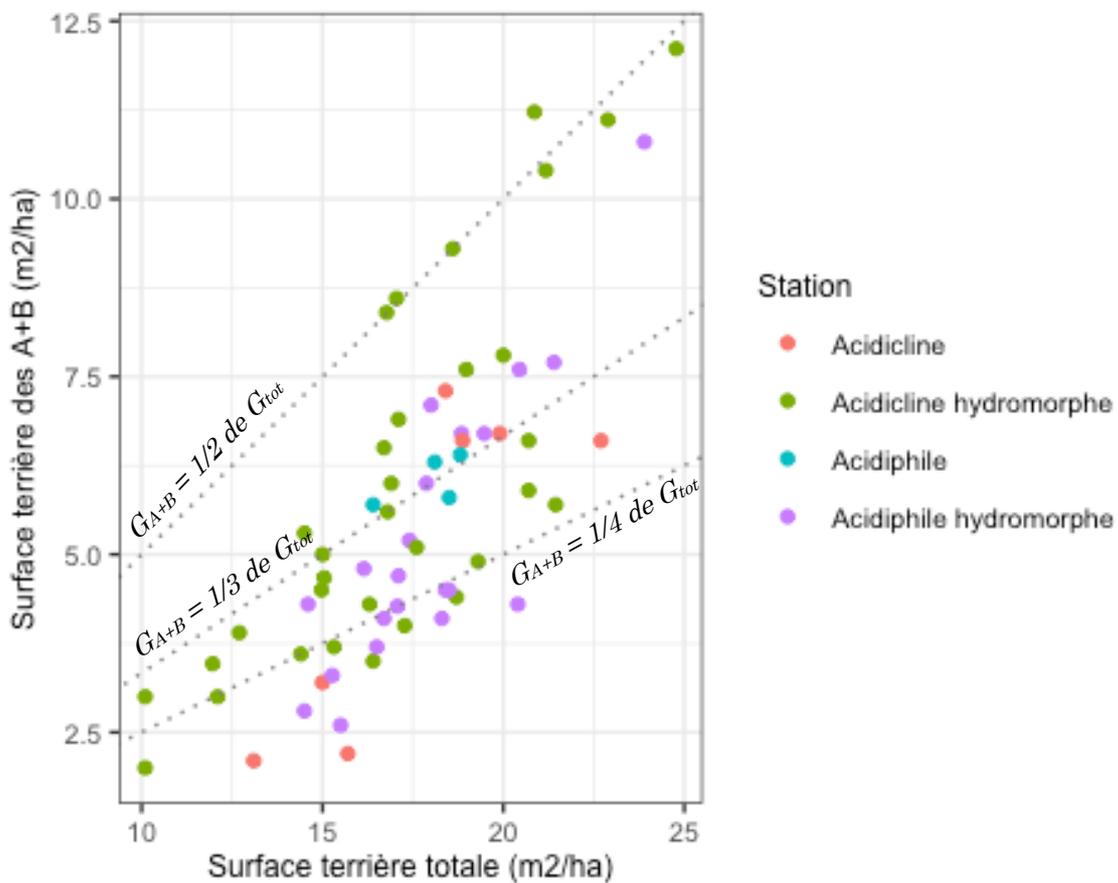
La figure ci-dessus caractérise pour les dispositifs de chêne ayant au moins 15 ans de suivi, les prélèvements par classe de diamètre et qualité mis en regard avec le capital sur pied à 15 ans. Les prélèvements se sont concentrés sur les qualités C à partir de 30 cm de diamètre jusqu'à 60 cm. Les arbres de qualité D sont prélevés rapidement et ne sont présents dans les peuplements que dans les faibles dimensions. Ceci montre bien l'action améliorante des coupes jardinatoires.

Les arbres de belles qualités sont gardés plus longtemps, minimum 65 cm de diamètre, pour éviter tout sacrifice d'exploitabilité. Même si les prélèvements des moins belles qualités sont plus importants en volume, les prélèvements en valeur des meilleures qualités n'en sont pas moins négligeables.

## Gestion de la qualité

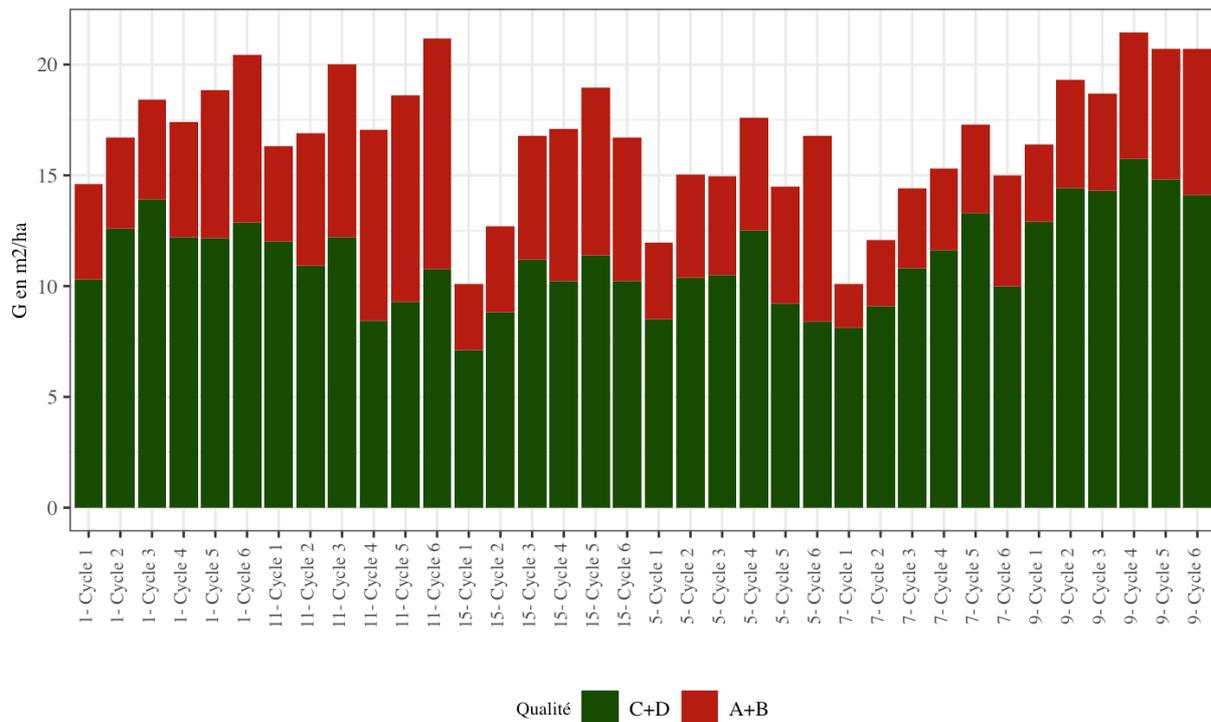
A L'AFI, la qualité attribuée aux individus précomptables est une qualité potentielle estimée indépendamment des dimensions actuelles de l'arbre. Quatre catégories sont distinguées, de la meilleure à la plus mauvaise : A, B, C et D. La distinction est importante entre les qualités B et C. Pour les feuillus, elle est annoncée en considérant les 3 premiers mètres du tronc, qui concentre l'essentiel de la valeur de l'arbre.

La figure met ci-dessous met en relation la part de la surface terrière des qualités A et B par rapport à la surface terrière totale du peuplement. Les droites en pointillés représentent respectivement :  $G_{A+B} = 1/4$  de  $G_{tot}$ ,  $G_{A+B} = 1/3$  de  $G_{tot}$  et  $G_{A+B} = 1/2$  de  $G_{tot}$ .



Elle met en évidence qu'une majorité des dispositifs présentent au moins 25 % de la surface terrière en individus précomptables de qualité A+B.

La gestion en futaie irrégulière sur le long-terme a permis d'obtenir des taux de qualité élevés dans certains dispositifs de chêne, allant jusqu'à 50 % de la surface terrière en qualité A+B, répartis majoritairement dans les gros bois.



Les conditions stationnelles peuvent parfois être invoquées pour expliquer les taux de qualités dans les chênes mais la gestion passée reste prédominante par rapport à la station pour expliquer la qualité actuelle des bois sur pied.

On note enfin que les niveaux de surface terrière élevés dans le chêne (supérieur à 20 m²/ha) s'expliquent par le fait que le taux de qualité est très élevé, souvent proche des 50 % (cf. graphique). Les gestionnaires peuvent travailler temporairement avec des niveaux élevés afin de ne pas commettre de sacrifice d'exploitabilité.

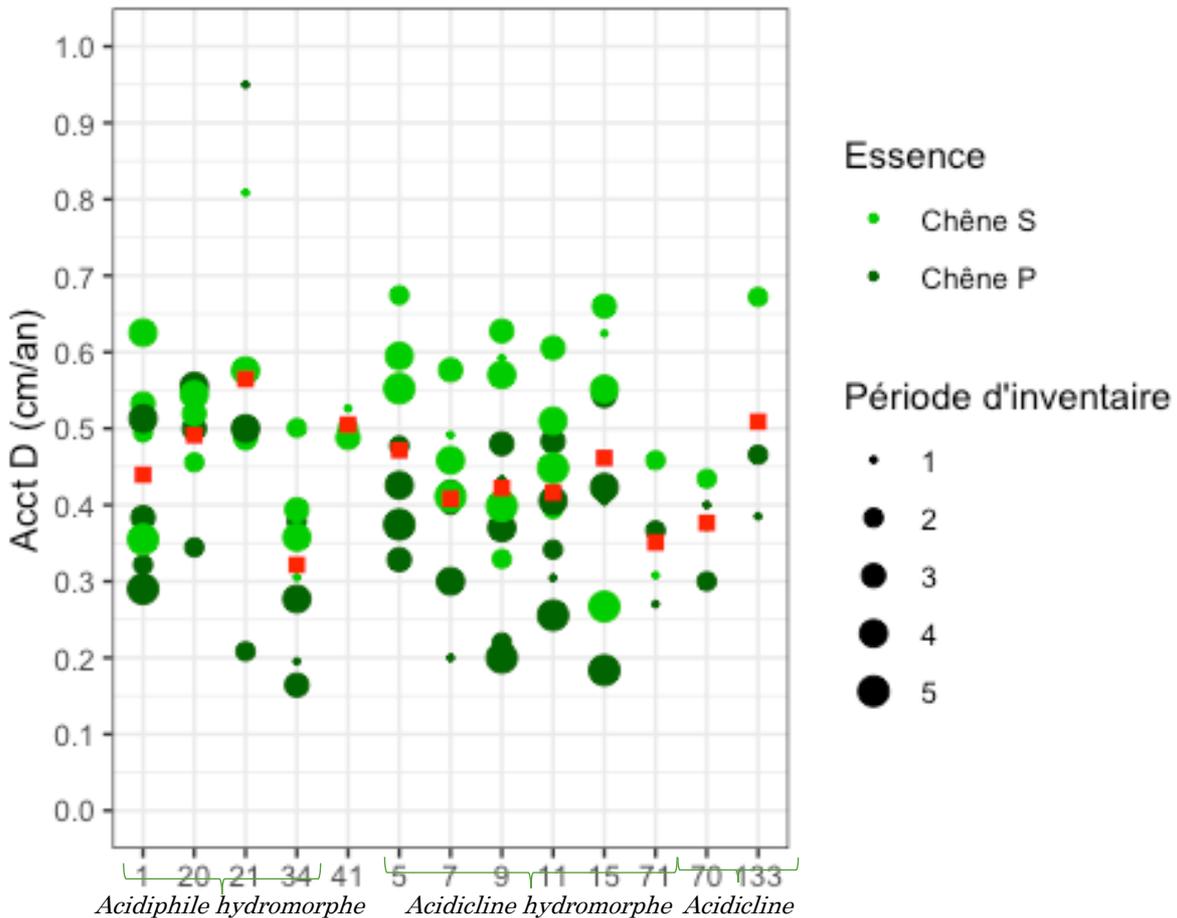
## Les données d'accroissements

### Accroissements sur le diamètre

En futaie irrégulière feuillue équilibrée, l'accroissement sur le diamètre devient progressivement indépendant du diamètre de l'arbre, notamment du fait d'une

proportion de houppier vert constante et importante chez tous les arbres, à tous les stades. Ce constat est vérifié quels que soient le contexte stationnel et le niveau d'accroissement des arbres.

Les niveaux d'accroissements sont liés à l'essence, mais aussi aux conditions stationnelles et climatiques, à la gestion passée et actuelle.



La figure ci-dessus fournit les accroissements moyens sur le diamètre pour le chêne sessile et le chêne pédonculé par dispositif et par cycle quinquennal de remesures. L'accroissement moyen des chênes sur toute la période de suivi apparaît en rouge. Les dispositifs sont triés par contexte stationnel, de gauche à droite, respectivement de l'acidiphile vers l'acidiline. Les accroissements du chêne sessile sont très souvent supérieurs à ceux du chêne pédonculé, quel que soit le contexte stationnel. **Les accroissements moyens sur le diamètre du chêne sessile sont compris entre 0.3 cm/an et 0.7 cm/an. Les accroissements du chêne pédonculé sont compris entre 0.25 cm/an et 0.55 cm/an en moyenne.**

A noter que les conditions climatiques des cinq dernières années ont impacté fortement les accroissements sur le diamètre de certains dispositifs (années climatiques sévères de 2018, 2019, 2020 et 2022).

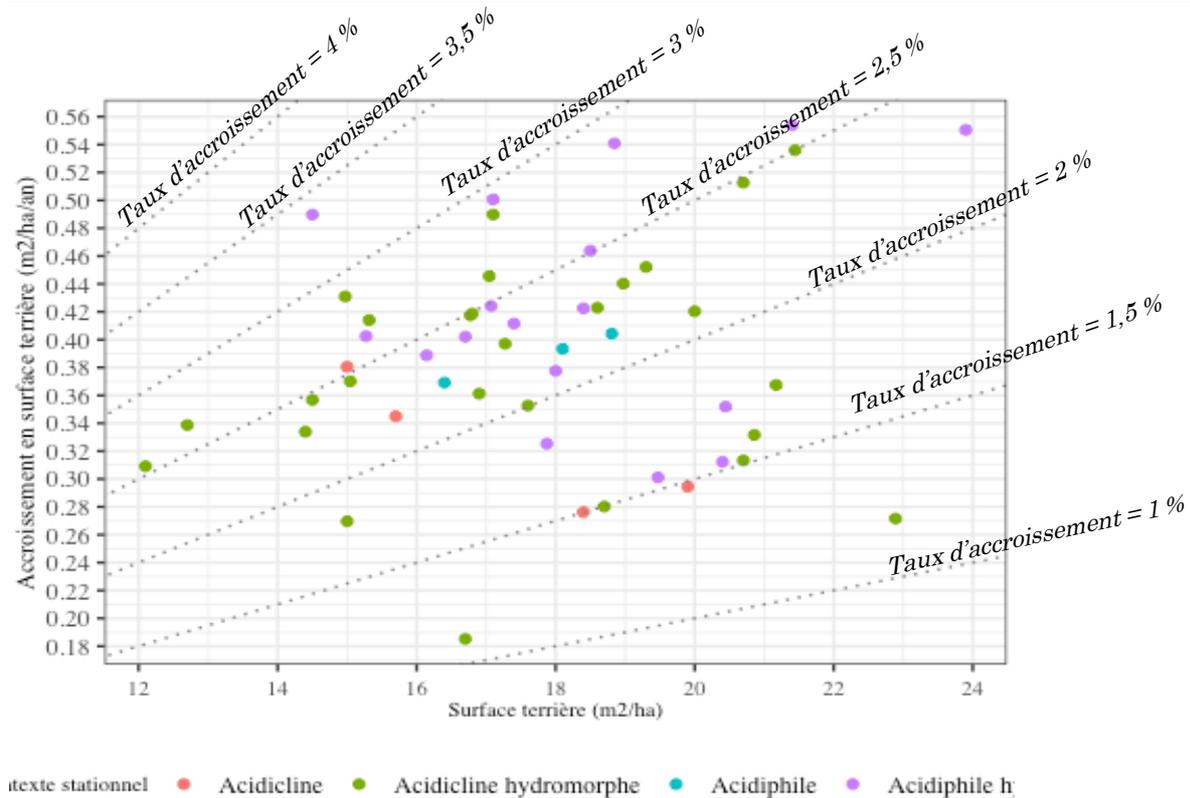
Dans les dispositifs mélangés chêne sessile et chêne pédonculé, le chêne pédonculé a été plus sensible aux épisodes de sécheresse des dernières années que le chêne sessile.

## Accroissement en surface terrière

L'accroissement en surface terrière fournit la progression globale du capital sur pied. Il comprend à la fois l'augmentation en diamètre des tiges précomptables déjà présentes à l'inventaire précédent mais également le recrutement de nouvelles tiges, passées à la futaie (c'est-à-dire qui ont dépassées 17,5 cm de diamètre depuis la dernière mesure).

**L'accroissement en surface terrière dans les peuplements de chêne est compris entre 0.30 m<sup>2</sup>/ha/an et 0.50 m<sup>2</sup>/ha/an.** Les accroissements en surface terrière ont également été impactés par les conditions climatiques des années 2019, 2020 et 2021 de façon plus ou moins marquée selon les dispositifs. Dans certains peuplements, l'accroissement en surface terrière des petits bois et bois moyens a baissé de manière plus importante que les gros bois, mais le niveau de concurrence des peuplements peut également expliquer ce phénomène.

Il est dépendant des conditions stationnelles et du niveau de surface terrière initiale. C'est pourquoi, il faut chercher à travailler avec des niveaux de matériels sur pied compatibles au bon développement des houppiers.



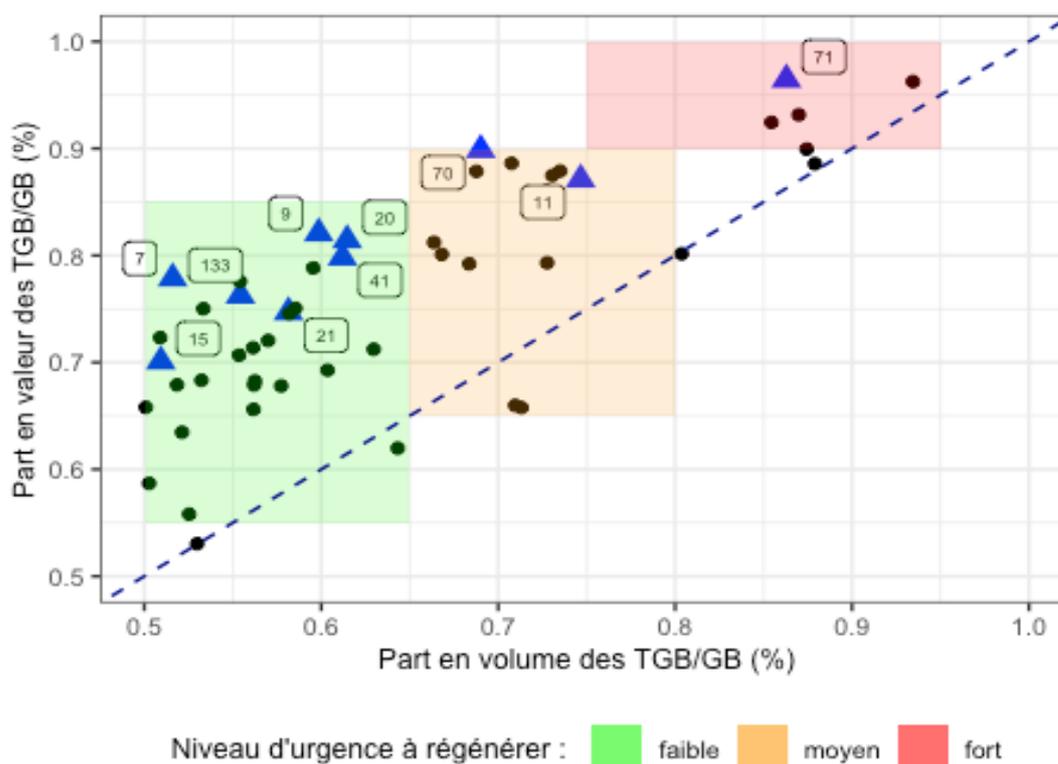
Les taux d'accroissements sur la surface terrière sont visibles sur la figure ci-dessus. **Pour les peuplements de chêne, sur les stations considérées ils sont majoritairement compris entre 1,5 % et 3 %.**

L'accroissement en volume ou le taux d'accroissement en volume bois d'oeuvre sont également intéressants à suivre pour prévoir l'évolution des stocks. Les accroissements en volume sont majoritairement compris entre 2.5 et 3.5 m<sup>3</sup>/ha/an pour des taux compris entre 2 et 3 %, essentiellement.

## Gestion du sous-étage et régénération naturelle

Dans les peuplements de chêne sur des stations acidiclives hydromorphes, le taillis de charme peut être vigoureux et concurrencer fortement la régénération naturelle de chêne. Celle-ci est en effet assez dépendante du niveau de matériel sur pied des précomptables mais également du taillis et des perches. Lorsque la surface terrière totale du sous-étage augmente, la régénération diminue. Le sous-étage dans les peuplements de chêne doit bénéficier d'interventions, réalisées en même temps que la coupe jardinatoire ou entre deux coupes si son importance ou sa dynamique sont fortes. La gestion du sous-étage est importante car elle permet de doser la lumière arrivant au sol favorisant le développement des semis et la maîtrise de la végétation concurrente.

Le dispositif n°7 se caractérise par une gestion efficace du taillis au profit de la régénération et des réserves de chêne. Celui-ci est en constante diminution depuis le début du suivi et est maintenu à 1 m<sup>2</sup>/ha. L'intervention dans le taillis est souvent complétée par des soins culturaux pour aider les semis de chêne contre la concurrence.



Le renouvellement est à considérer en fonction de l'organisation spatiale du peuplement et des essences objectives. Sauf cas très particulier, la régénération n'est pas un objectif à atteindre mais la conséquence de la gestion à couvert continu.

**Des seuils de 10 à 15 % de surface régénérée en chêne sont considérés comme suffisants pour assurer le renouvellement en continu des peuplements.**

La figure ci-dessus est un indicateur de « l'urgence » à régénérer. Elle permet de visualiser tous les dispositifs du réseau AFI dont les gros bois et très gros bois représentent plus de 50 % du volume et de la valeur au dernier inventaire. Ils ont été classés en trois catégories avec un code couleur pour traduire le niveau d'urgence : faible (vert), moyen (orange), fort (rouge). Cette dernière classe correspond aux dispositifs dont la part des gros bois et très gros bois est supérieure à 75 % du volume et à 90 % de la valeur de consommation. Les dispositifs de chêne sont figurés par un triangle bleu et leurs numéros sont affichés.

Le dispositif n°71 a vu sa part de gros bois et très gros bois de chêne qui n'a cessé d'augmenter sur la période de suivi entraînant une baisse dans les semis et jeunes bois. Cependant, dans les dispositifs de chêne, si le peuplement est dominé par les gros bois de chêne, le niveau d'urgence à régénérer ne sera pas le même qu'un peuplement de gros bois de hêtre. Il est alors plus pertinent de regarder l'urgence au travers uniquement de la part de très gros bois. Le dispositif n°71 sort alors du niveau d'alerte maximal.

Évidemment, une surpopulation de cervidés peut empêcher l'obtention ou le développement d'une régénération naturelle et diversifiée.

## BILAN ECONOMIQUE

*Cette partie permet de fournir des ordres de grandeur de recettes et dépenses pour des peuplements de chêne gérés en futaie irrégulière. Les recettes et les dépenses ont été actualisées en euros constant 2021.*

*Les dispositifs présentés ici correspondent à des dispositifs dont l'AFI dispose des données économiques (recettes et dépenses) depuis au minimum 20 ans, à partir de l'année utilisée pour l'actualisation des résultats, c'est-à-dire 2021. Pour les dispositifs les plus anciens, bien qu'ils aient été installés dans les années 1990, le suivi économique peut être disponible antérieurement à l'installation du dispositif AFI sur la parcelle en question (cf tableau en annexe).*

*Le suivi économique des dispositifs de l'AFI se fait d'une part par l'analyse des flux financier (recettes et dépenses) et d'autre part par l'analyse de l'évolution du capital.*

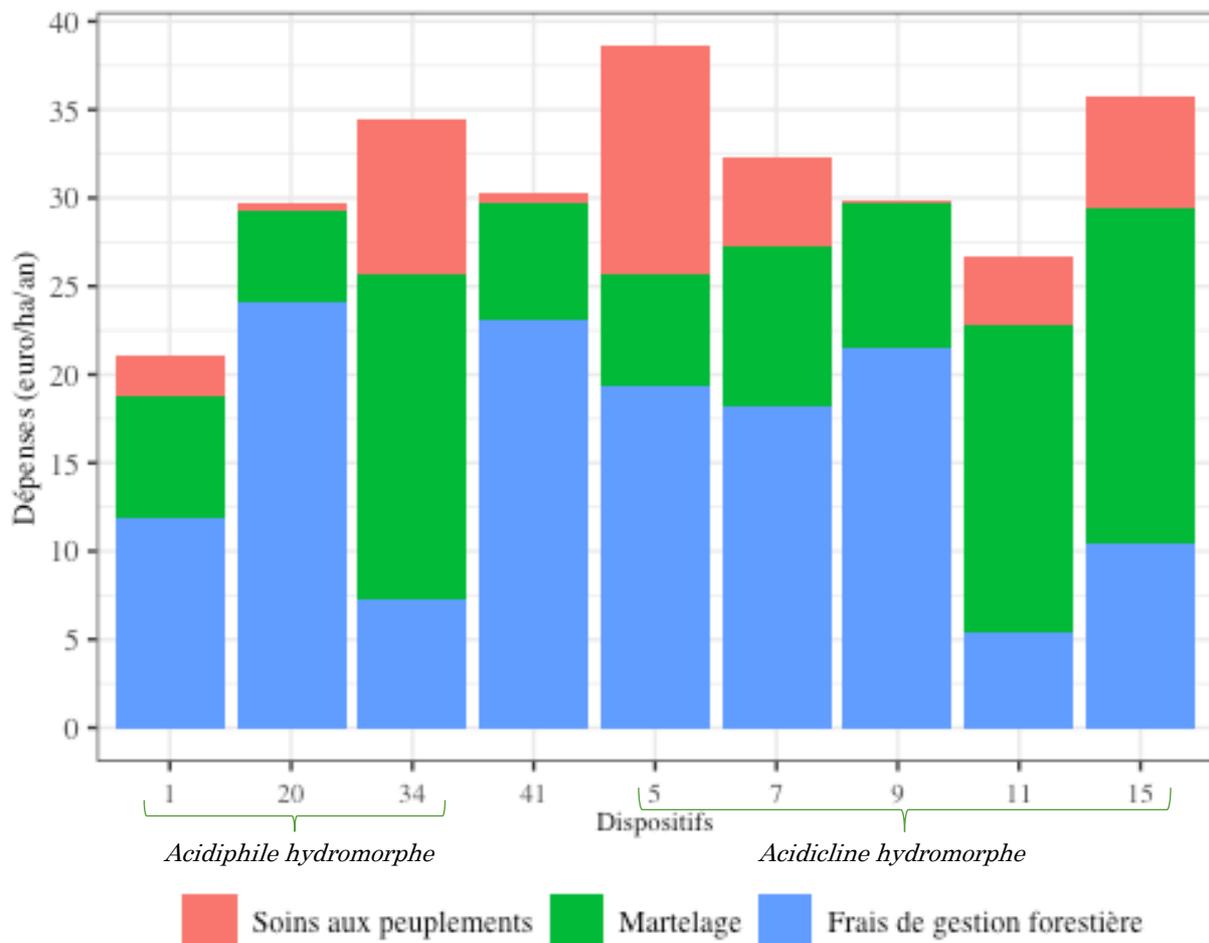
*Les recettes et dépenses sont des données fournies par le gestionnaire du dispositif. Lorsque cela est possible, les données économiques couvrent aussi une période antérieure à l'installation de celui-ci. Les données économiques sont exprimées par hectare et par an.*

*L'évolution du capital en valeur s'appuie sur les données d'inventaire des placettes permanentes tous les 5 ans sur chaque dispositif. Cette évolution est étudiée par l'intermédiaire de la valeur technique, considérée sous deux angles : la valeur de consommation, soit la valeur marchande immédiate et la valeur potentielle. L'AFI utilise une mercuriale de prix fixes, établie en 1995 par un consensus d'experts forestiers.*

---

### Flux financiers

#### Dépenses



Les dépenses présentées ci-dessus concernent celles nécessaires à l'avenir des peuplements : les soins aux peuplements mais également les martelages. Les dispositifs sont classés par contexte stationnel, selon un gradient d'acidité.

Les frais de gestion forestière regroupent le suivi des peuplements, des coupes de bois, des équipements mais également des frais de garderie pour certains dispositifs (par un garde ou par le propriétaire lui-même) et les frais de gestion d'expert. Cependant, l'interprétation de cette catégorie de dépenses est délicate car les dépenses intégrées dans ces frais peuvent varier d'un gestionnaire à un autre. Ils ont été inclus ici car pour certains gestionnaires, les martelages ont été inclus dans cette catégorie. Cependant, lorsque cela était possible les honoraires sur coupe ont été isolés et inclus dans les travaux de marquage de coupe.

Le marquage des coupes, bois d'oeuvre et taillis, représente entre 10 et 20 €/ha/an de dépenses. Les soins culturaux concernent la plupart des peuplements de chêne et représentent en moyenne un investissement de l'ordre de 5-10 €/ha/an. Ils paraissent plus importants en contexte limono-argileux et hydromorphes notamment sur les stations où la végétation concurrente est dynamique, et moindre sur les stations acides.

C'est le cas du dispositif n°5 où le taillis de tilleul a été géré de manière efficace et où des soins culturaux ont été apportés au sein des collectifs de semis de chêne.

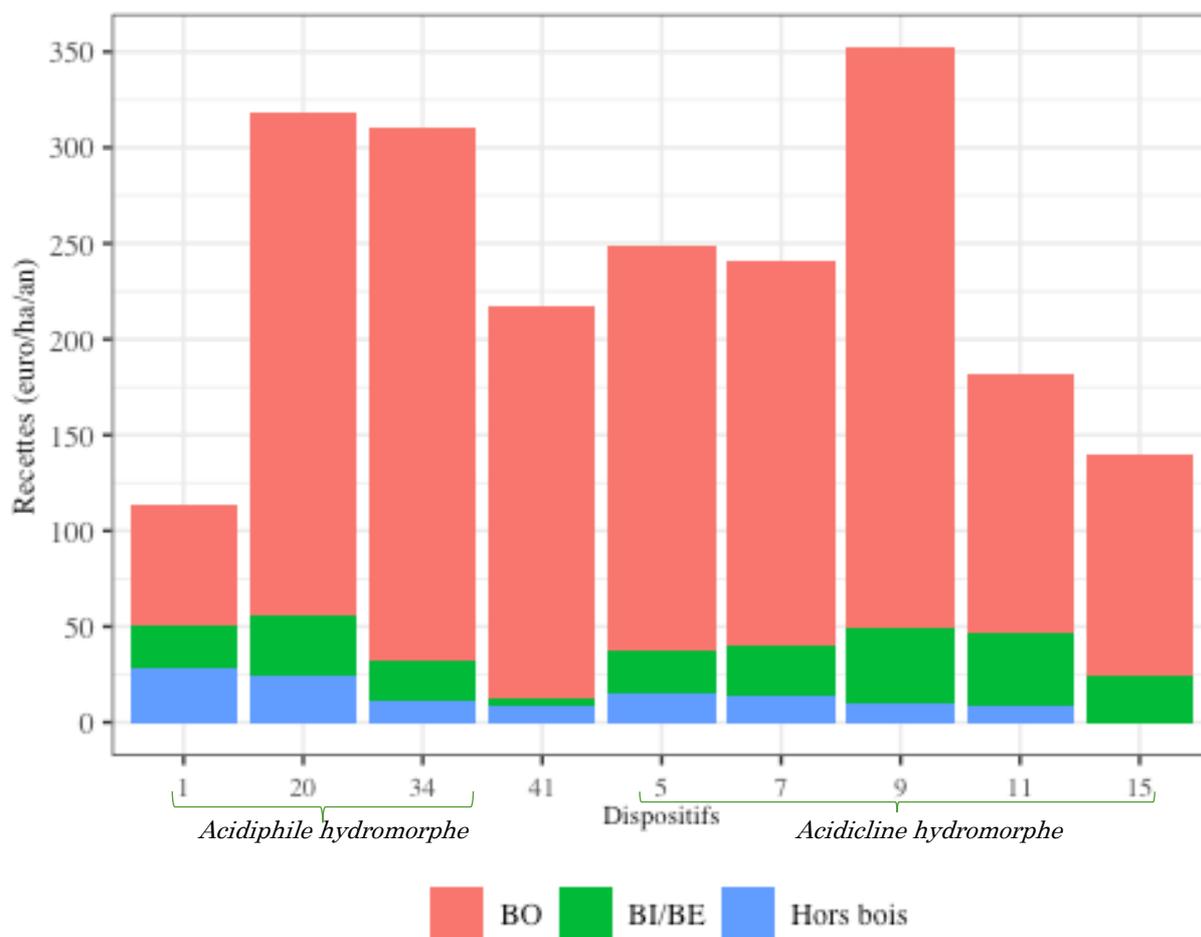
Le dispositif n°34 a également des dépenses plus importantes en soins culturaux, où le taillis de charme a été fortement réduit et la régénération naturelle de chêne mise en lumière pour favoriser son développement.

Les coûts de travaux sont corrélés aux conditions stationnelles mais également aux objectifs du propriétaire, dont l'un des choix peut être de favoriser une essence au profit d'une autre. Les dépenses en soins culturaux peuvent alors augmenter si le choix est de favoriser une essence moins dynamique qu'une autre.

En moyenne, l'ensemble des dépenses sont comprises entre 20 et 40 €/ha/an.

Les dépenses sont toutefois à mettre en relation avec les recettes. En effet, un peuplement peut présenter des dépenses beaucoup plus fortes qu'un autre peuplement dans un contexte similaire sans pour autant que cela soit préjudiciable si les recettes sont supérieures. Des dépenses en travaux conséquentes peuvent être facilement absorbées si les recettes sont fortes.

## Recettes



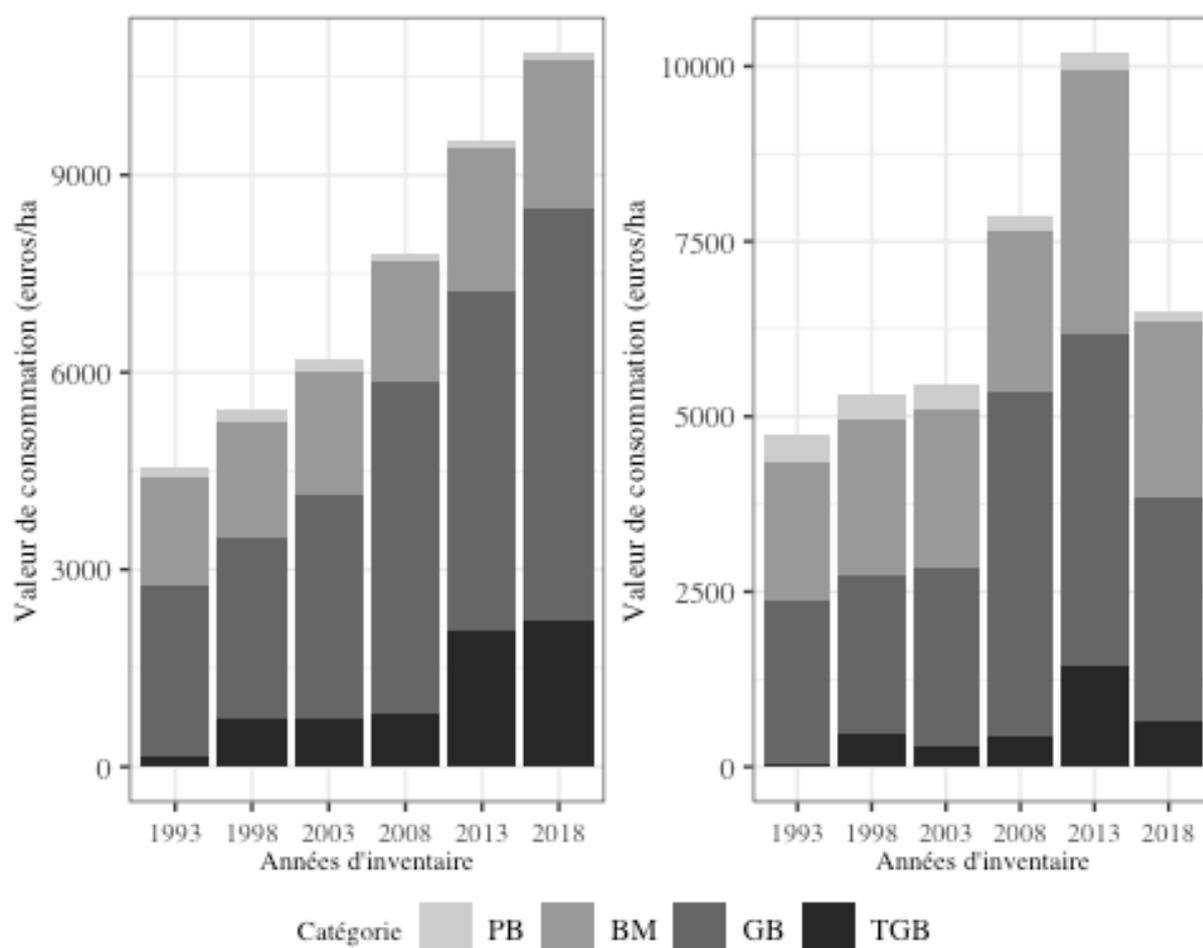
La figure ci-dessus présente pour les peuplements de chêne, les recettes reçues sur la période de suivi réparties en trois catégories : recettes issues des ventes de bois d’œuvre (coupes de BO prévues ou chablis) et de bois d’industrie/bois d’énergie (coupes de taillis, exploitation des houppiers), et recettes “hors bois” (chasse, truffe, graine, indemnisation dégâts de gibier...). Les recettes ne tiennent pas compte d’éventuelles subventions en investissements (desserte forestière, PSG, autres équipements...) ou en fonctionnement (nettoyage, élagage, balivage...). Les recettes sont calculées à partir des données fournies par les gestionnaires des dispositifs.

Sans distinction, les recettes s’échelonnent entre 100 €/ha/an et plus de 350 €/ha/an. La majorité des recettes provient des coupes de bois (bois d’œuvre et taillis).

Le dispositif de la forêt n°34 a subi deux coupes de bois d’œuvre sur la période de suivi. L’une a prélevé 25 % de la surface terrière et a consisté en une coupe d’amélioration et de récolte de bois de chêne, l’autre a prélevé 10 % de la surface terrière par la récolte de gros bois de chêne.

Des évènements exceptionnels peuvent également venir augmenter les recettes, comme la récolte de chablis par exemple.

## Evolution du capital



La figure ci-dessus permet d'illustrer pour le dispositif n°1, à base de chêne, l'évolution du capital valeur.

Celui-ci est appréhendé par deux variables :

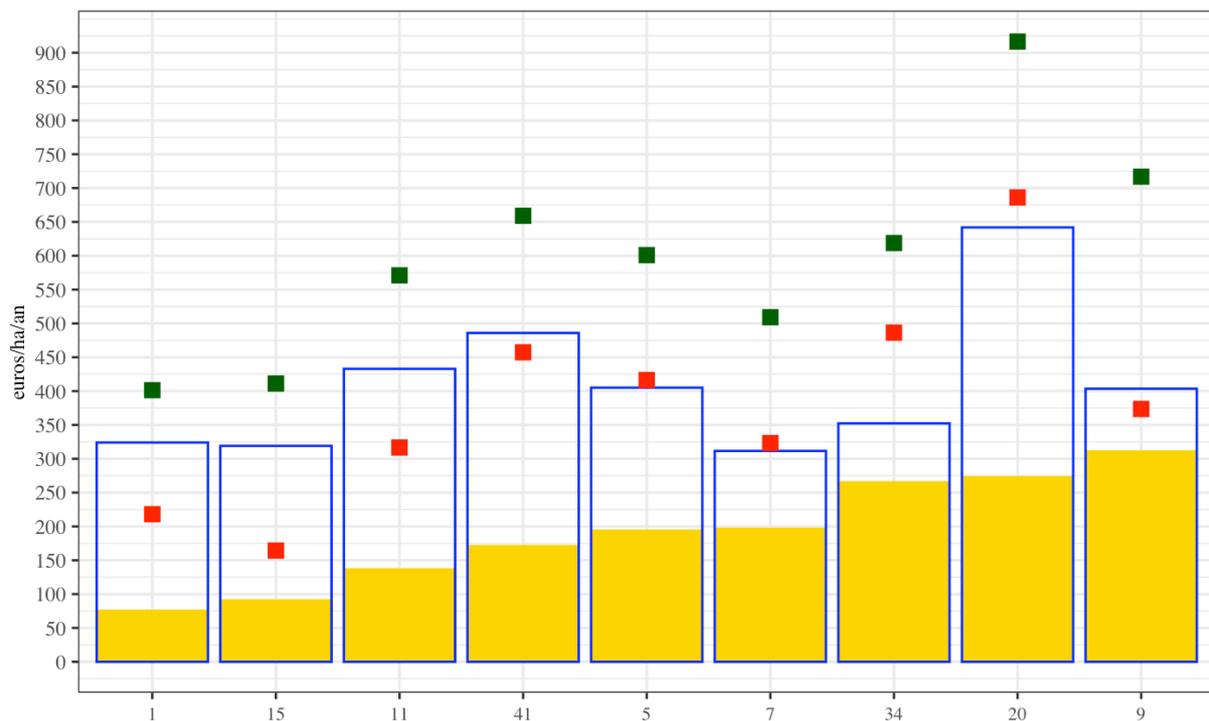
- La valeur de consommation qui correspond à la valeur marchande immédiate du peuplement, pour les bois qui ont une valeur sur le marché,
- La valeur potentielle qui intègre les perspectives de recettes futures pour les arbres qui n'ont pas encore de valeur sur le marché et/ou qui sont encore dans des phases d'augmentation de leur valeur car ils n'ont pas atteint l'optimum en diamètre attendu pour leur qualité. Cette valeur dépend de l'accroissement en diamètre d'un arbre (et donc en valeur) rapporté à un taux d'actualisation. Le taux d'actualisation utilisé à l'AFI est de 4 %.

Les dispositifs en chêne suivis par l'AFI ont tous eu une augmentation de leur valeur de consommation, plus ou moins importante, plus forte que celle en volume. Ceci traduit donc bien des choix sylvicoles orientés vers l'amélioration de la qualité avant tout.

Sur l'exemple ci-dessus, la valeur de consommation du dispositif n°1 est en constante progression sur la période de suivi, résultant à la fois d'une capitalisation en volume, particulièrement dans les gros diamètres et de la progression de la qualité. La valeur

potentielle est elle aussi en hausse, mais dans une moindre mesure. Une baisse est constatée sur les cinq dernières années, expliquée par une baisse des accroissements sur le diamètre en lien avec les conditions climatiques difficiles des dernières années. La valeur de consommation est supérieure à la valeur potentielle car il y a eu une capitalisation dans les gros diamètres.

## Bilan économique global



La figure ci-dessus établit un bilan économique complet pour les dispositifs de chêne ayant au moins 20 ans de suivi économique (recettes et dépenses) par rapport à l'année de référence, 2021. Elle met en relation les résultats de l'évolution du capital sur pied avec ceux des flux financiers. L'évolution du capital basée sur l'analyse de la valeur de consommation et de la valeur potentielle est calculée sur la période de suivi du dispositif. Il peut donc y avoir des différences de période d'étude entre les flux financiers et le capital « forêt ». Les recettes intègrent les recettes bois, chasse, d'éventuelles subventions et d'autres recettes (graines, muguet, truffes...). Les dépenses intègrent l'ensemble des dépenses suivies par l'AFI classées en 8 catégories : dotations aux comptes d'amortissement, frais de gestion forestière, frais généraux, impôts, martelage, soins aux peuplements, entretien du capital et exploitation.

Les dispositifs sont classés par résultat net croissant.

- Les histogrammes en jaune représentent le résultat net du compte d'exploitation (recettes-dépenses) c'est-à-dire les flux financiers annuels (pour les dispositifs ayant au moins 20 ans de suivi).
- Les histogrammes encadrés en bleu représentent l'évolution de la valeur de consommation du capital sur pied durant toute la période de suivi.
- Le carré vert correspond au bilan économique global sur la période de suivi en termes de valeur de consommation (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).
- Le carré rouge correspond au bilan économique global en termes de valeur potentielle (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).

La majorité des peuplements de chêne ont leur valeur de consommation supérieure à la valeur potentielle sur la période de suivi. Cela s'explique notamment par la capitalisation observée dans ces dispositifs et principalement dans les gros bois/très gros bois souvent de belle qualité. **C'est l'exemple du dispositif n°41 qui a été fortement capitalisé dans les très gros bois en 20 ans de suivi bien que sur la période de suivi, il y ait eu deux coupes d'amélioration et de récolte.**

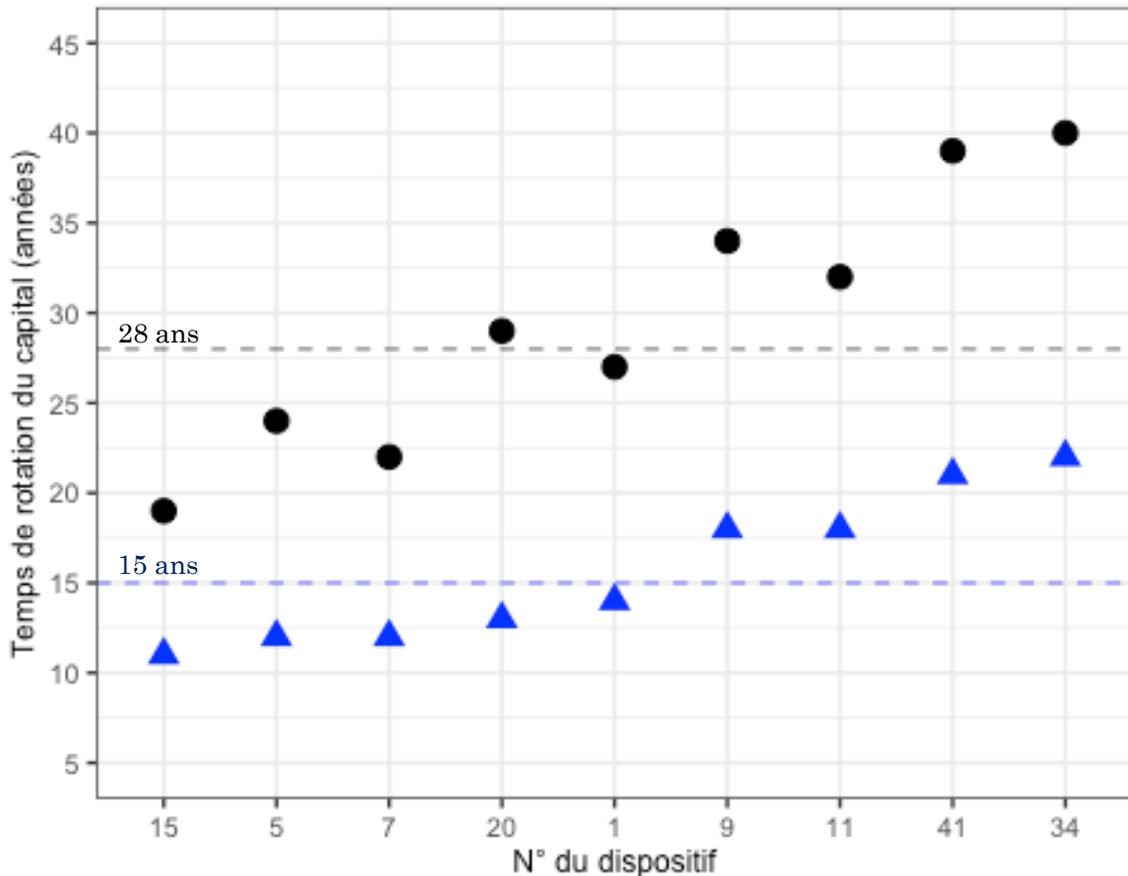
Pour les dispositifs présentés, le capital valeur sur pied représente 50 à 75 % du bilan économique global. Ceci démontre bien la plus-value apportée par la gestion qualitative dans l'évaluation économique des peuplements et qu'un système forestier ne se limite pas aux seuls flux financiers.

---

## Rotation du capital

Le temps de retour du capital est un indicateur fondamental pour la compréhension d'une gestion en traitement irrégulier. Il permet d'apprécier l'évolution du capital, en volume ou en valeur. Le temps de retour (ou rotation) du capital argent, ou volume, correspond au nombre d'années nécessaires pour récupérer sous forme de revenu brut ou d'augmentation du capital sur pied, la valeur de consommation initiale du peuplement (ou le volume initial du peuplement). Il est d'autant plus favorable que ce temps est court.

Il permet notamment de mesurer la vitesse de réaction potentielle de la forêt face aux éventuelles perturbations climatiques. Dans une certaine mesure, il permet de relativiser l'utilité de recourir à des transformations d'essences. Cet indicateur relativise grandement la notion de révolution et d'âge des peuplements.



Les temps de retour sont d'autant plus précis qu'ils sont calculés sur une période de suivi longue (*i.e.* avoisinant ces temps de retour). La figure ci-dessus présente les temps de retour en valeur (triangles bleus) et en volume (points noirs) calculés pour des peuplements de chêne ayant au moins 20 ans de suivi. Les lignes horizontales pointillées correspondent à la moyenne, tous dispositifs confondus. Les dispositifs sont classés par temps retour en valeur croissant.

Les temps de retour du capital volume sont compris entre 19 et 40 ans. Les temps de retour faibles (n°15, n°7 et n°5) correspondent à des peuplements où le capital initial des arbres précomptables était faible (surface terrière inférieure à 12 m<sup>2</sup>/ha). Au contraire, les temps de retour les plus élevés se situent dans des peuplements où le capital initial était plus fort (n°41, n°34 avec une surface terrière initiale de plus de 18 m<sup>2</sup>/ha). Le temps de retour dépend bien sûr du point de départ du peuplement, en volume et en valeur. Il est également influencé par l'accroissement en volume ou en valeur du peuplement.

En valeur, ces temps de retour deviennent encore plus intéressants, étant compris entre 11 et 22 ans pour récupérer la valeur de consommation initiale.

### Gestion du bois mort

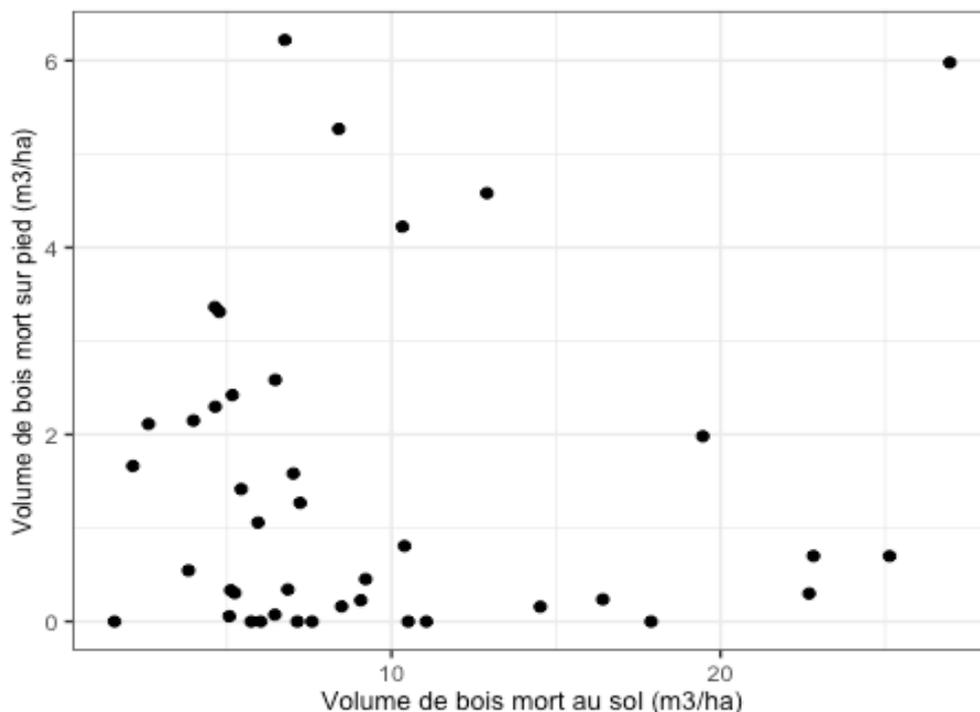
La quantité de bois mort totale est variable d'un peuplement à l'autre, de 1 à 50 m<sup>3</sup>/ha. Il s'agit du bois mort au sol et sur pied.

Dans la majorité des dispositifs, une grande partie de ce volume est constitué de bois mort au sol de petit diamètre (de 5 cm à 30 cm de diamètre). Le bois mort au sol de gros diamètre (supérieur à 30 cm) est en effet plus rare sur les dispositifs. Les grosses pièces de bois mort sont souvent issues, actuellement, d'évènements ponctuels exceptionnels (tempête, dépérissement).

L'essentiel du bois mort au sol est souvent constitué de billons de faible diamètre (5 à 20 cm de diamètre) issus des branches mortes des réserves ou de la mortalité du sous-étage. Les habitudes liées au traitement des rémanents après coupe influe fortement sur ce volume.

Le dispositif n°70 qui possède le plus de volume de bois mort parmi les dispositifs de chêne à hauteur de 49,3 m<sup>3</sup>/ha a eu des dépérissements sur les quelques gros hêtres présents en mélange permettant d'alimenter le compartiment des gros bois mort.

Si la quantité de bois mort est variable d'un peuplement à l'autre, la quantité de bois mort au sol est toujours supérieure à celle du bois mort sur pied. Les bois morts sur pied (mesurés à partir de 7,5 cm) sont en effet parfois plus délicats à maintenir car ils engagent la responsabilité du propriétaire sur la sécurité des personnes travaillant ou circulant en forêt. Et il y a aussi des anciennes pratiques de « ramassage » de chablis ou d'arbres dépérissants sur pied, tant qu'ils sont encore valorisables, qui peuvent expliquer la plus grande proportion de bois au sol. Enfin le bois mort reste plus longtemps au sol que debout, ce qui peut aussi expliquer le ratio en faveur du bois mort au sol.



La quantité de bois mort est davantage fonction de la gestion pratiquée et de la sensibilité du gestionnaire ou du propriétaire que du niveau de matériel sur pied ou de la composition du peuplement. Le maintien du bois mort reste en effet un choix, une décision sur le long terme.

Par ailleurs, le volume de bois mort total d'un peuplement rapporté au volume de bois total de celui-ci (vivant et mort) est un indicateur considéré par de nombreux naturalistes comme étant plus pertinent à suivre que la simple valeur absolue du volume de bois mort. Il est communément admis qu'un peuplement présente une quantité de bois mort significative pour le fonctionnement et la naturalité du peuplement si ce rapport est supérieur à 10 %.

Dans les dispositifs de chêne, ce rapport est très variable, de quelques pourcents à 22 % dans le meilleur cas. Le volume de bois mort total intègre toutes les dimensions de 5 cm à plus de 30 cm de diamètre, que ce soit du bois au sol et sur pied.

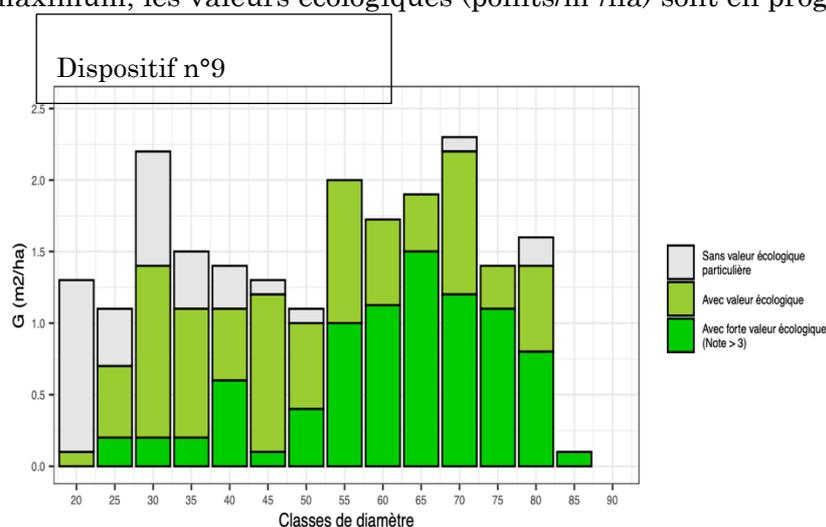
## Dendromicrohabitats

La diversité des critères écologiques relevés pour caractériser les dendro-micro-habitats est fonction de la diversité en essences. Dans les peuplements de chênes, les critères majoritaires sont liés aux branches mortes et à la présence de mousse au pied.

Par définition les arbres de plus gros diamètre (gros bois et très gros bois) sont plus susceptibles de porter des dendromicrohabitats que les petits bois et bois moyens.

La valeur écologique quantifiée en “points écologiques/ha” est assez variable d’un peuplement à l’autre. Dans les peuplements de chêne, elle peut varier d’environ 300 points/ha à 600 points/ha. Cette note est évidemment corrélée au niveau de matériel sur pied. Pour cela, il est plus juste de regarder le rapport de la valeur écologique d’un peuplement sur la surface terrière, exprimé en points/m<sup>2</sup>/ha. Pour les peuplements de chêne, cet indicateur varie entre 10 et 40 points/m<sup>2</sup>/ha (cf graphique ci-dessous).

Ce suivi est intéressant pour un dispositif donné afin de voir l’évolution de la valeur écologique du peuplement. A l’échelle des dispositifs AFI sur une période d’une quinzaine d’années au maximum, les valeurs écologiques (points/m<sup>2</sup>/ha) sont en progression.



Par ailleurs, deux peuplements ayant une même note écologique peuvent se distinguer par la répartition de celle-ci.

L’histogramme ci-dessus montre la répartition de la surface terrière par classe de diamètre distinguée en fonction de la valeur écologique des arbres pour le dispositif n°9. Dans un peuplement des arbres de grande qualité peuvent côtoyer des arbres de moins bonne qualité mais ayant une forte valeur écologique. Dans cet exemple, 83 % des arbres sont porteurs de dendromicrohabitats et 18 % présentent à la fois un fort intérêt écologique et économique.

Un même niveau écologique peut être constitué soit par un grand nombre d’individus ayant une faible valeur écologique ou bien un nombre restreint d’individus mais présentant une forte valeur écologique. Dans ce second cas, ces mêmes individus, peu nombreux, peuvent présenter également une forte économique. Dans les peuplements de chênes étudiés, la proportion d’individus présentant à la fois une forte valeur écologique et économique oscille entre 2 à 40 %. C’est sur ces individus là qu’un arbitrage serait à faire, selon la présence ou non au sein du peuplement d’autres individus porteurs de dendromicrohabitats mais ayant une plus faible valeur économique. Enfin, les critères écologiques relevés devraient généralement pouvoir encore être augmentés sans pour autant entraver une gestion de qualité.



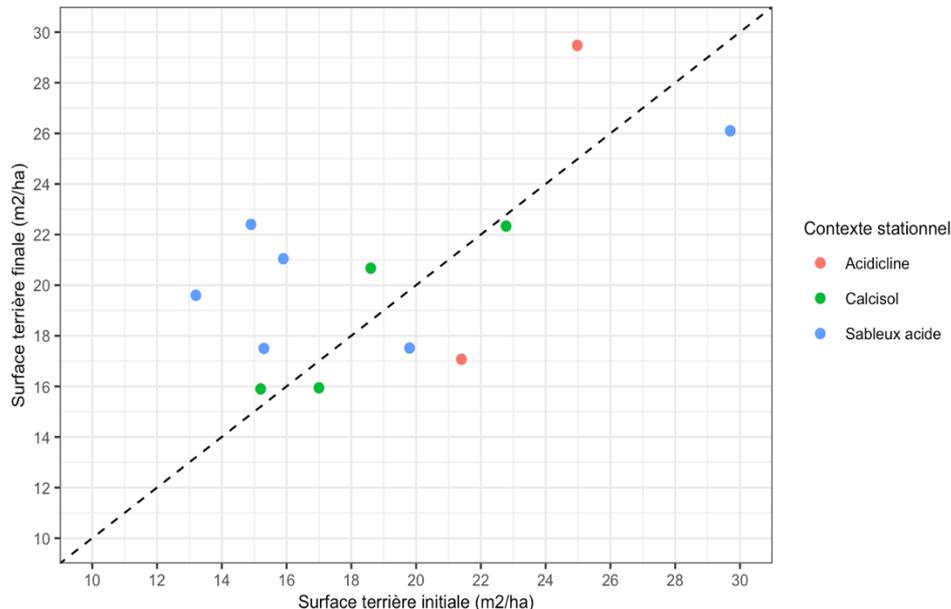
# GESTION DU HETRE EN SYLVICULTURE MELANGEE A COUVERT CONTINU

## BILAN DENDROMETRIQUE

### Gestion du matériel sur pied

#### Niveaux de matériel sur pied

Le choix du niveau de matériel sur pied constitue l'un des fondements de l'aménagement des peuplements. Le réseau de l'AFI permet de fournir des indications sur les niveaux de matériel sur pied autorisant à la fois une optimisation de la production par une répartition de l'accroissement sur les meilleures tiges et une pérennité tout en assurant une bonne répartition en structure et une régénération suffisante.



La figure ci-dessus fournit l'évolution de la surface terrière à l'installation du dispositif et au dernier inventaire pour les dispositifs de hêtre, distingués par contexte stationnel.

Une surface terrière entre **15 et 20 m<sup>2</sup>/ha de précomptables accompagnés de 1 à 2 m<sup>2</sup>/ha de perches et 0,5 à 1 m<sup>2</sup>/ha de taillis** permet d'obtenir un peuplement stable et

producteur, tout en obtenant une régénération de hêtre de manière diffuse, par petites trouées consécutives à la récolte de gros bois.

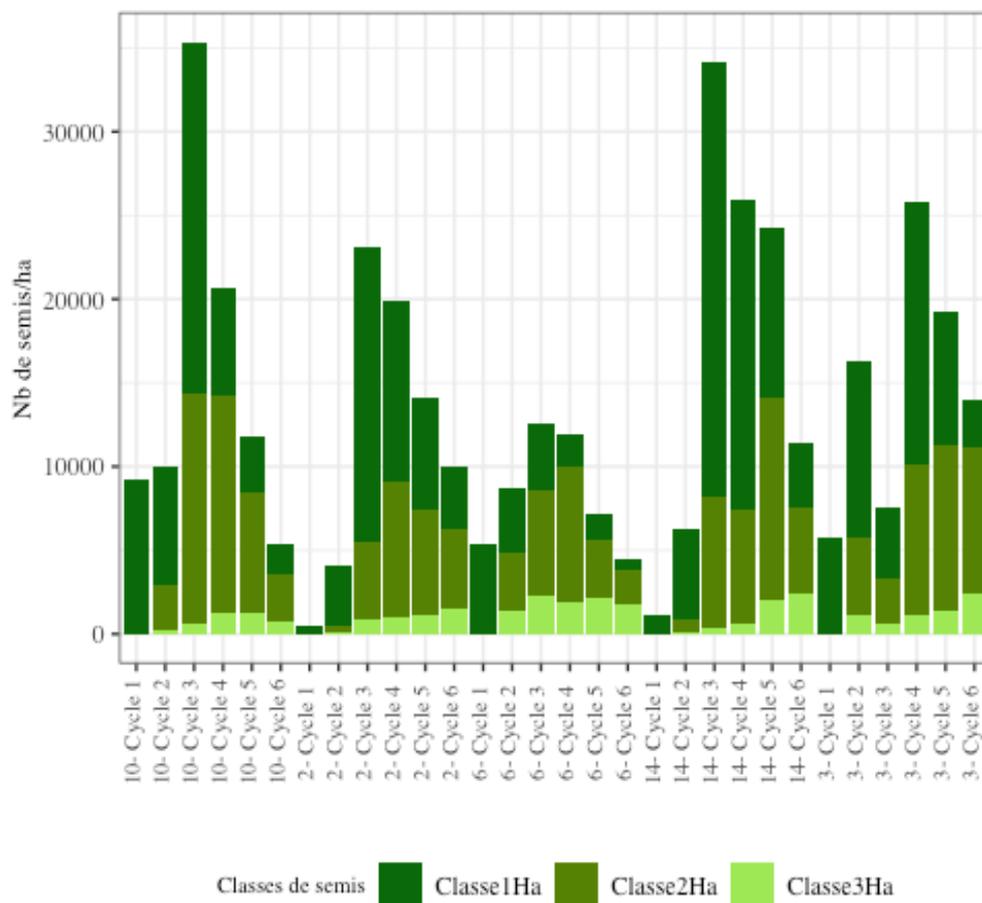
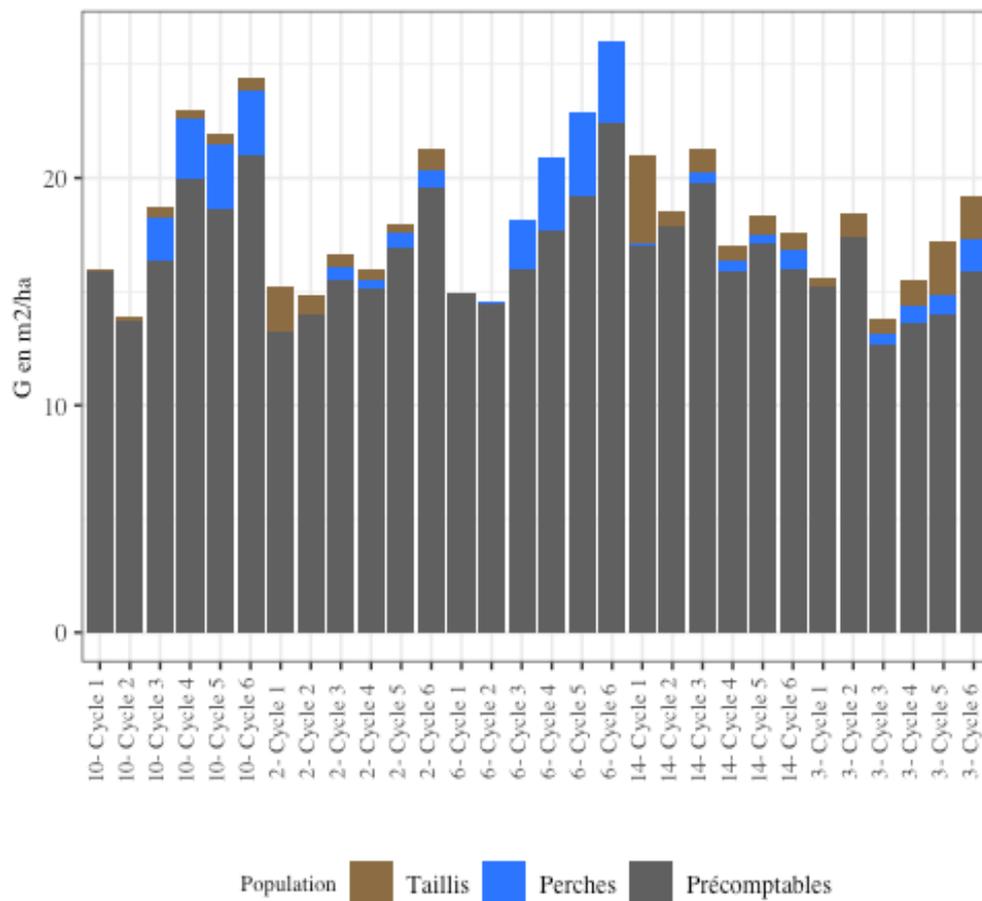
Au-delà de 20 m<sup>2</sup>/ha, la régénération de hêtre est plus diffuse voire incertaine car le couvert devient trop fermé.

Pour les dispositifs suivis depuis plus de 20 ans, ils ont été plutôt capitalisés en gros bois et très bois. Cependant leur suivi peut permettre de donner des indications sur la structure recherchée, qui doit être équilibrée entre les différentes catégories de bois : **de 10 à 20 % de la surface terrière en petits bois, 30 à 40 % en bois moyens et 40 à 60 % en gros bois et très gros bois.**

Un niveau de matériel sur pied ou une capitalisation trop forte dans les gros bois peut porter atteinte à la pérennité du peuplement, à la fois sur les conditions de croissance mais aussi sur la dynamique du jeune peuplement (régénération, perche, petits bois).

Toutefois une surface terrière élevée (entre 20 et 25 m<sup>2</sup>/ha) peut se justifier lorsque la qualité du peuplement est élevée. La gestion de la qualité est en effet primordiale afin ne pas faire de sacrifice d'exploitabilité. C'est un choix raisonné qui justifie parfois le maintien d'un niveau de matériel sur pied élevé et qui peut décaler sur le moyen terme l'obtention d'une régénération naturelle.

Le dispositif n°2 dominé par les bois moyens au début du suivi a été capitalisé en 25 ans de suivi et la structure est, au dernier inventaire, majoritairement constituée de gros bois et très gros bois (54 % de la surface terrière des précomptables) pour une surface terrière de 19,6 m<sup>2</sup>/ha (avant coupe). Cette hausse du capital s'est accompagnée d'une hausse de la proportion d'individus de qualité (un tiers des hêtres sont de très bonne qualité et principalement dans les très gros bois). Bien que le compartiment des petits bois continue d'être alimenté par le passage à la futaie de 2,7 tiges/ha/an, celui-ci a été divisé par deux depuis le début du suivi. Cette fermeture du couvert a également entraîné une baisse des semis. Pour ce dispositif, l'objectif de capitalisation en volume a été atteint mais le niveau actuel de matériel sur pied semble suffisamment élevé, voire trop localement comme en témoigne l'état de développement de la régénération naturelle.



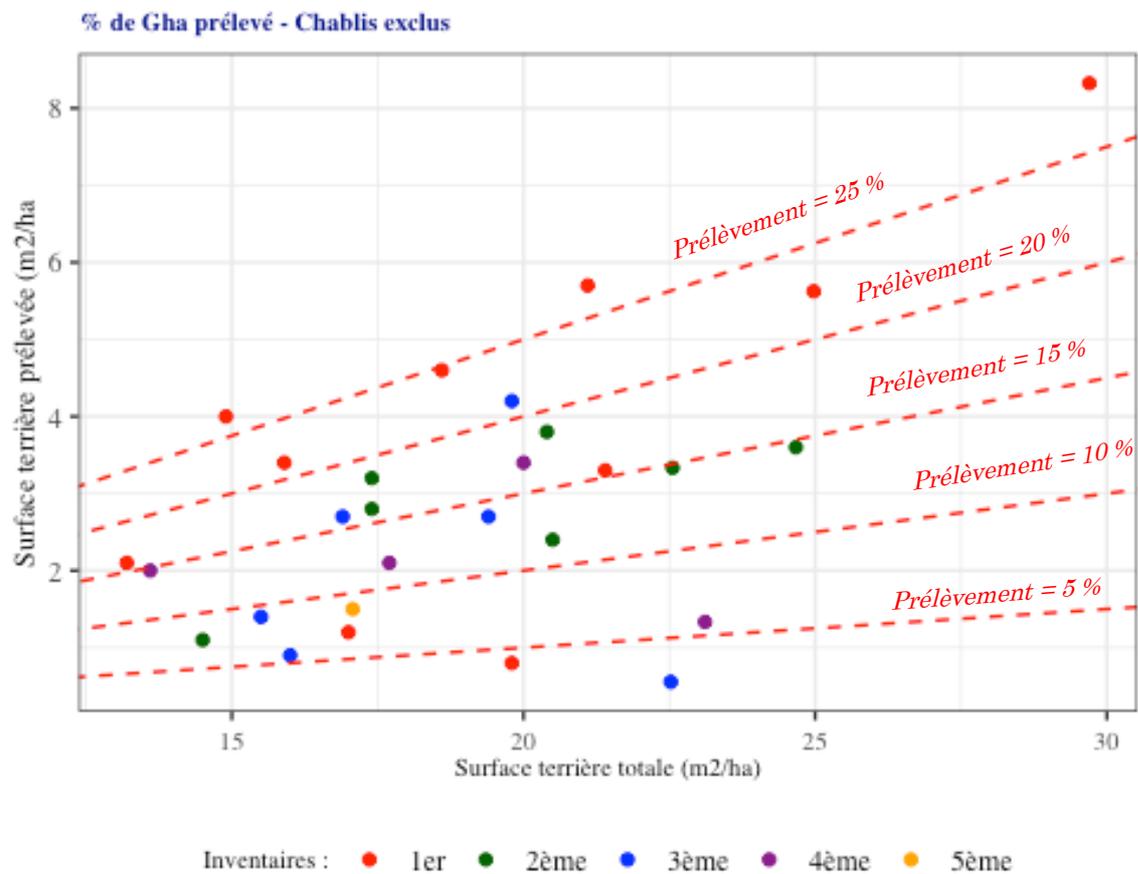
La figure ci-dessus met en relation l'évolution du niveau de capital sur pied avec l'évolution de la régénération selon différentes classes de semis. De manière globale, la régénération s'est développée sur tous les dispositifs. Elle a pu fluctuer au gré des interventions sylvicoles et du niveau de matériel sur pied. Certains dispositifs souffrent aussi d'une forte pression du gibier. **Le dispositif n°14 a vu un développement fort des semis, inexistant à l'installation. Le taillis a été réduit au profit de la régénération et des perches. Bien que le nombre des semis ait diminué sur les derniers inventaires, celui-ci est encore assez élevé.**

## Répartition des prélèvements

La coupe jardinatoire permet de façonner les peuplements gérés en sylviculture mélangée à couvert continu. Dans les peuplements à base de hêtre, **les rotations sont de l'ordre de 8 à 10 ans en moyenne, pouvant aller de 7 à 14 ans dans certains cas.**

Les durées de rotations des coupes varient en fonction du niveau de matériel sur pied initial par rapport à celui qui est recherché ainsi que de la structure du peuplement et des objectifs du propriétaire. Les durées plus courtes s'inscrivent généralement dans une démarche de décapitalisation progressive pour atteindre des niveaux de surface terrière compatibles avec un renouvellement continu.

Le dispositif n°32 a une rotation de coupe assez courte, de 8 ans par rapport aux autres dispositifs. Les interventions ont permis de maintenir le capital sur pied autour de 22 m<sup>2</sup>/ha. Les prélèvements effectués ont été en adéquation avec l'accroissement constaté. La gestion est adaptée à la dynamique importante de la jeunesse dans ce peuplement et au maintien du matériel sur pied, de la structure et de la qualité.



La figure ci-dessus illustre pour les peuplements de hêtre suivis, les taux de prélèvements constatés. **Les taux de prélèvements sont généralement compris entre 10 % et 20 % de la surface terrière, de manière plus exceptionnelle jusqu'à de 25 %.** Des taux faibles peuvent correspondre à une logique de capitalisation, ou combinés à des rotations plus courtes à une décapitalisation progressive. Dans un système géré en irrégulier, les taux de prélèvement en volume tendront à terme vers le taux d'accroissement.

Le dispositif n°75 a subi une coupe assez forte au début du suivi (28 % de prélèvement en capital) axée sur la récolte de très gros bois de hêtre. La coupe suivante a été plus légère et la qualité du peuplement n'en a pas été affectée.

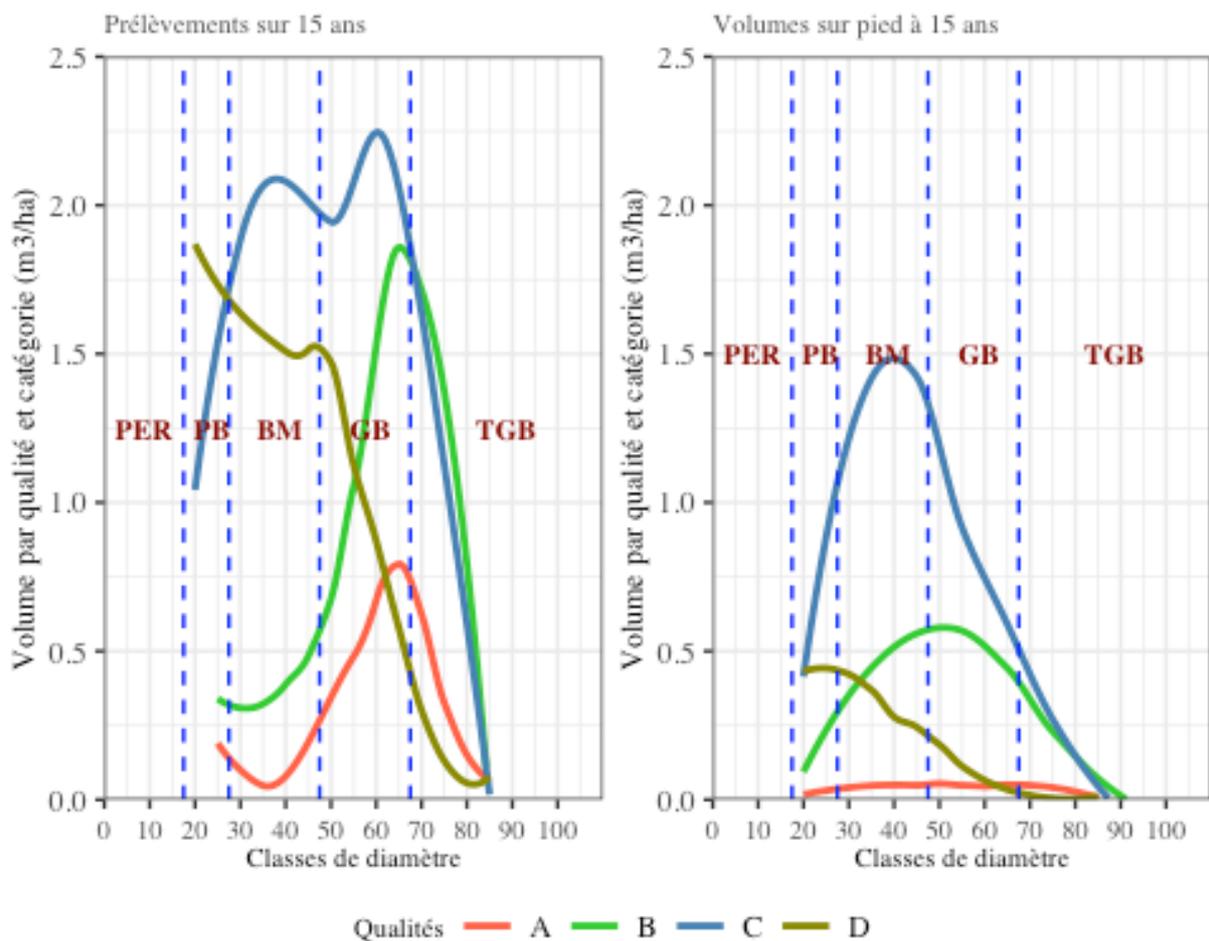
Les coupes jardinatoires visent à améliorer le capital sur pied en sélectionnant les meilleurs individus quel que soit le diamètre et à récolter les tiges arrivées à maturité c'est-à-dire leur optimum économique. Les peuplements de hêtre suivis par le réseau AFI sont majoritairement issus d'anciens taillis-sous-futaie.

Trois phases peuvent être identifiées lors du processus d'irrégularisation :

- Dans un premier temps, lorsque le capital producteur initial est faible, la gestion à couvert continu assure une augmentation de la part de bois d'œuvre avec une concentration de la production sur les meilleures tiges, jusqu'à un volume seuil où la cohabitation entre une régénération diffuse et continue, la survie d'essences moins compétitives et des accroissements individuels sur le diamètre suffisant, est possible.
- La deuxième phase est une stabilisation du volume seuil atteint et une poursuite de l'augmentation de la valeur du peuplement et de la structuration verticale.

- Enfin, la troisième phase est atteinte lorsque le capital est à son optimum de production en volume et en valeur. Dans cette phase, la question du renouvellement trouve toute son importance.

La logique d'amélioration continue est fondamentale dans le processus des martelages. Dans les premières phases de conversion, il y a une mobilisation importante de bois à destination des filières bois d'énergie et industrie et par une mobilisation non négligeable vers la filière bois d'œuvre, même si elle s'accompagne d'une rétention temporaire et légitime (capitalisation en valeur) des arbres de meilleure qualité.



La figure ci-dessus caractérise pour les dispositifs de hêtre ayant au moins 15 ans de suivi, les prélèvements par classe de diamètre et qualité mis en regard avec le volume sur pied à 15 ans. Les prélèvements se sont concentrés sur les qualités C à partir de 40 cm de diamètre jusqu'à 60 cm. Les arbres de qualité D sont prélevés assez rapidement et ne sont présents dans les peuplements que dans les faibles dimensions. Ceci montre bien l'action améliorante des coupes jardinatoires.

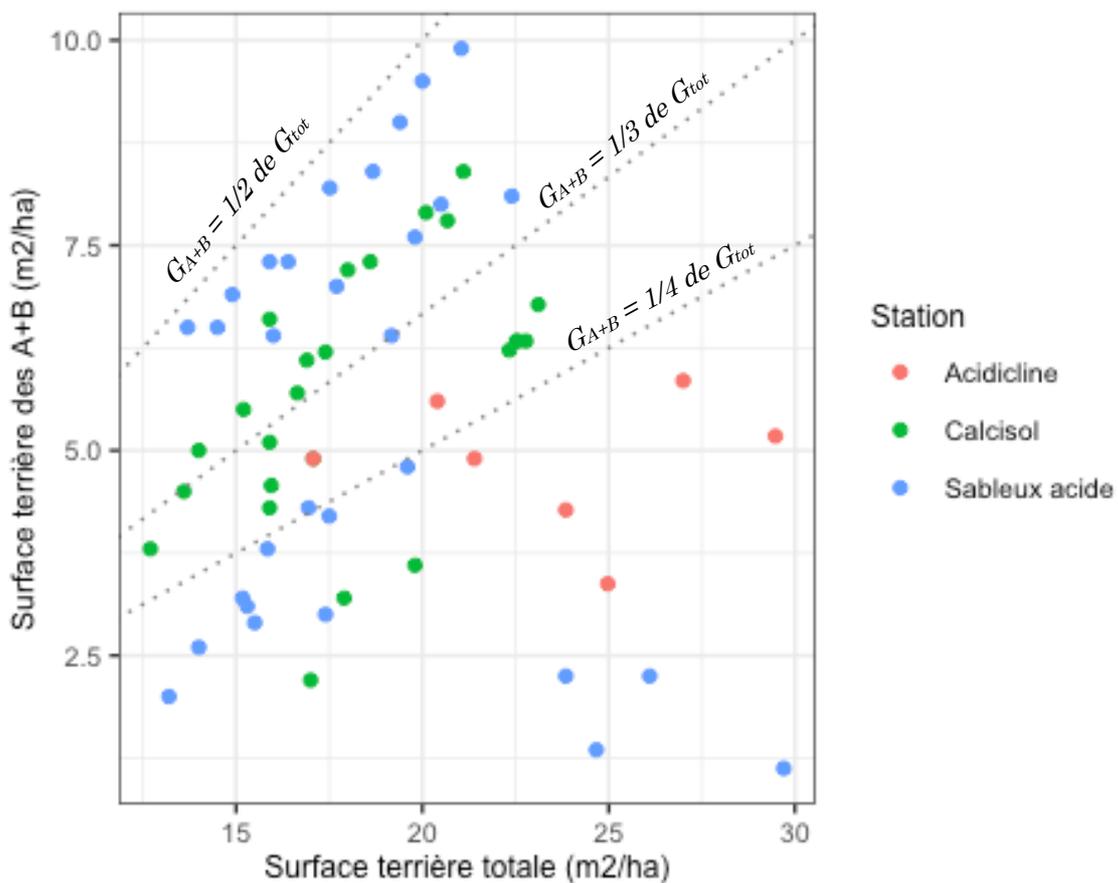
Les arbres de belles qualités sont gardés plus longtemps, minimum 60 cm de diamètre, pour éviter tout sacrifice d'exploitabilité. Même si les prélèvements des moins belles

qualités sont plus importants en volume, les prélèvements en valeur des meilleures qualités n'en sont pas moins négligeables.

## Gestion de la qualité

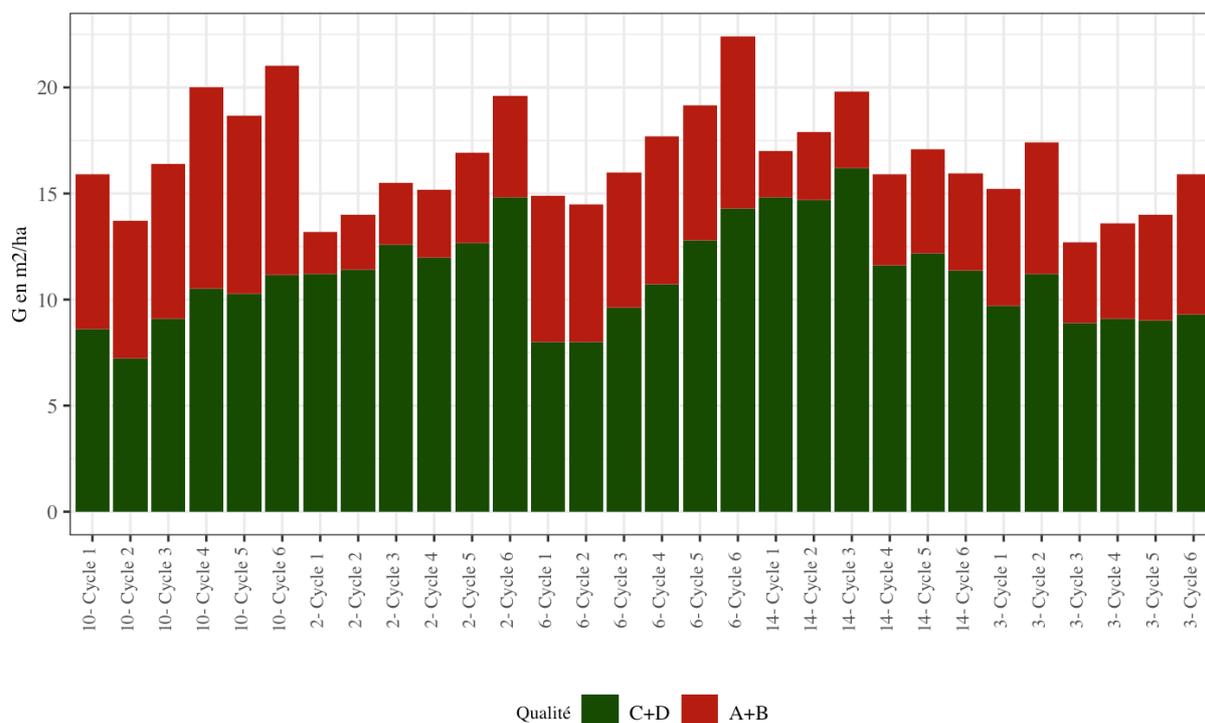
A L'AFI, la qualité attribuée aux individus précomptables est une qualité potentielle estimée indépendamment des dimensions actuelles de l'arbre. Quatre catégories sont distinguées, de la meilleure à la plus mauvaise : A, B, C et D. La distinction est importante entre les qualités B et C. Pour les feuillus, elle est annoncée en considérant les 3 premiers mètres du tronc, qui concentre l'essentiel de la valeur de l'arbre.

La figure met ci-dessous met en relation la part de la surface terrière des qualités A et B par rapport à la surface terrière totale du peuplement. Les droites en pointillés représentent respectivement :  $G_{A+B} = 1/4$  de  $G_{tot}$ ,  $G_{A+B} = 1/3$  de  $G_{tot}$  et  $G_{A+B} = 1/2$  de  $G_{tot}$ .



Elle met en évidence qu'une majorité des dispositifs présentent au moins 25 % de la surface terrière en individus précomptables de qualité A+B.

La gestion en futaie irrégulière sur le long-terme a permis d'obtenir des taux de qualité élevés dans certains dispositifs de hêtre, allant quasiment jusqu'à 50 % de la surface terrière en qualité A+B.



Les conditions stationnelles peuvent parfois être invoquées pour expliquer les taux de qualités (belle qualité du hêtre sur les sols acides) mais la gestion passée reste prédominante par rapport à la station pour expliquer la qualité actuelle des bois sur pied.

Pour certains dispositifs, où la surface terrière est un peu élevée, cela peut être mis en relation avec des taux de qualité élevés, souvent proche des 50 % de la surface terrière.

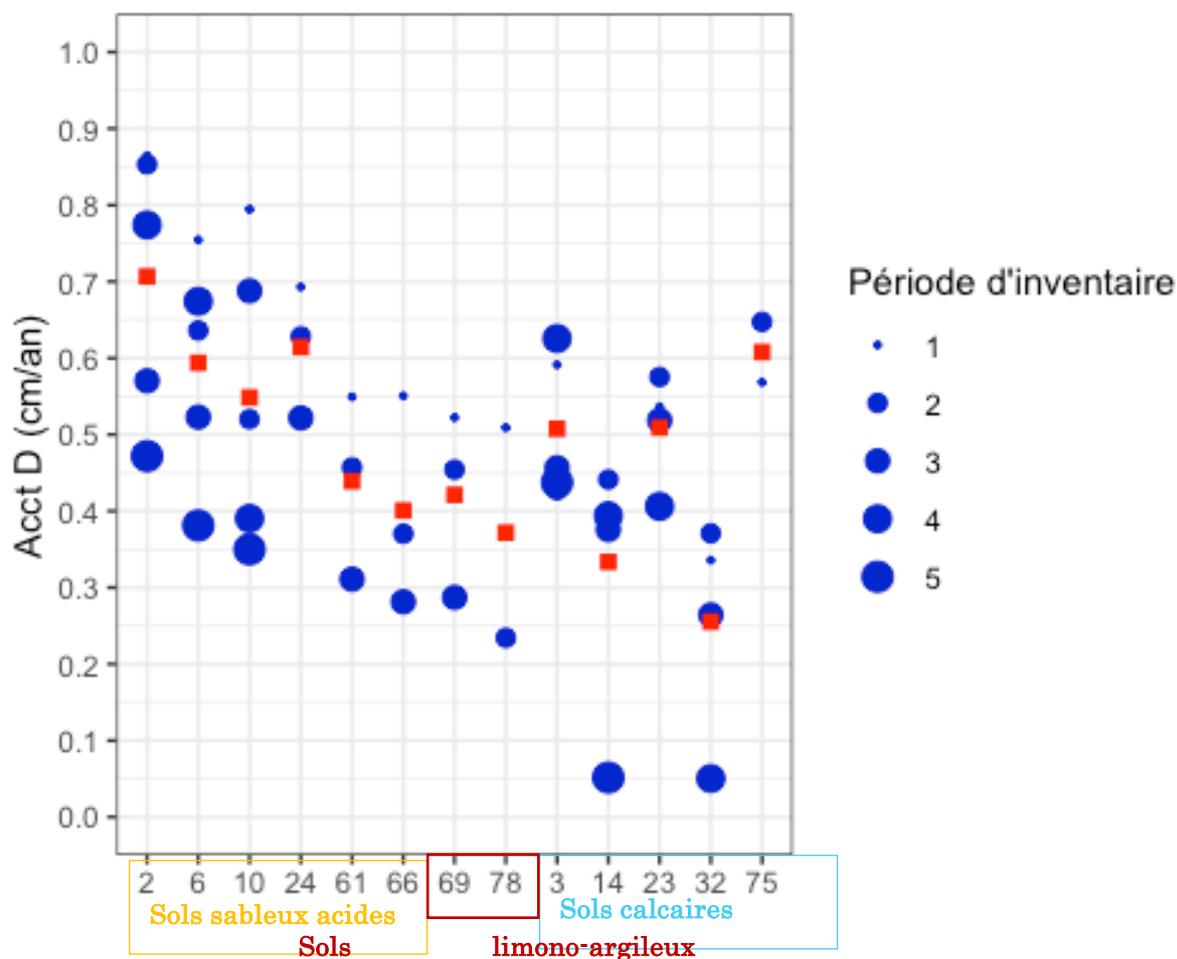
C'est le cas par exemple, du dispositif n°2 (19,6 m²/ha pour 25 % de la surface terrière en individus de qualités A et B) et du dispositif n°10 qui a vu sa surface terrière passée de 15 m²/ha à 21 m²/ha en 25 ans pour un taux de qualité de 47 % de la surface terrière.

Les gestionnaires travaillent temporairement avec des niveaux élevés afin de ne pas commettre de sacrifice d'exploitabilité.

## Les données d'accroissements

### Accroissements sur le diamètre

En futaie irrégulière feuillue équilibrée, l'accroissement sur le diamètre devient progressivement indépendant du diamètre de l'arbre, notamment du fait d'une proportion de houppier vert constante et importante chez tous les arbres, à tous les stades. Ce constat est vérifié quels que soient le contexte stationnel et le niveau d'accroissement des arbres. Les niveaux d'accroissements sont liés à l'essence, mais aussi aux conditions stationnelles et climatiques, à la gestion passée et actuelle.



La figure ci-dessus fournit les accroissements moyens sur le diamètre pour le hêtre par dispositif et par cycle quinquennal de remesures. L'accroissement moyen des hêtres sur toute la période de suivi apparaît en rouge. Les dispositifs sont triés par contexte stationnel, de gauche à droite respectivement des sols sableux acides aux sols calcaires.

**Les accroissements moyens sur le diamètre du hêtre sont compris entre 0.3 cm/an et 0.8 cm/an, voire légèrement plus dans les meilleurs cas.**

Ces cinq dernières années, où les conditions climatiques ont été particulièrement sèches et chaudes (2018, 2019, 2020 et 2022), ont été difficiles pour le hêtre. Cela est particulièrement vrai dans les contextes calcaires où la réserve utile en eau du sol est faible. Ceci-étant, les hêtres situés sur des contextes stationnels favorables ayant par le fait un système racinaire moins développé ont parfois également souffert, n'étant pas habitués aux fortes contraintes hydriques.

De manière globale, les accroissements mesurés sur la période 2016-2022 ont tous été plus faibles, quel que soit le contexte stationnel, et varient entre 0,2 cm/an et 0,4 cm/an. Les gros bois de hêtre sont plus impactés par les conditions climatiques sèches et chaudes que les petits bois et bois moyens. Dans certains dispositifs où le chêne sessile est en mélange, en contexte acidiclinal ou sur sols sableux, celui-ci présente une baisse moindre des accroissements et semble mieux réagir que le hêtre.

Les dispositifs n°14 et n°32 sur sols calcaires et superficiels (lapiaz) ont eu une forte baisse des accroissements sur la période 2016-2021, particulièrement sur les gros bois de hêtre. Ces dispositifs font d'ailleurs l'objet d'un suivi régulier de l'état sanitaire des hêtres.

### **Accroissement en surface terrière**

L'accroissement en surface terrière fournit la progression globale du capital sur pied. Il comprend à la fois l'augmentation en diamètre des tiges précomptables déjà présentes à l'inventaire précédent mais également le recrutement de nouvelles tiges passées à la futaie (c'est-à-dire qui ont dépassées 17,5 cm de diamètre depuis la dernière mesure).

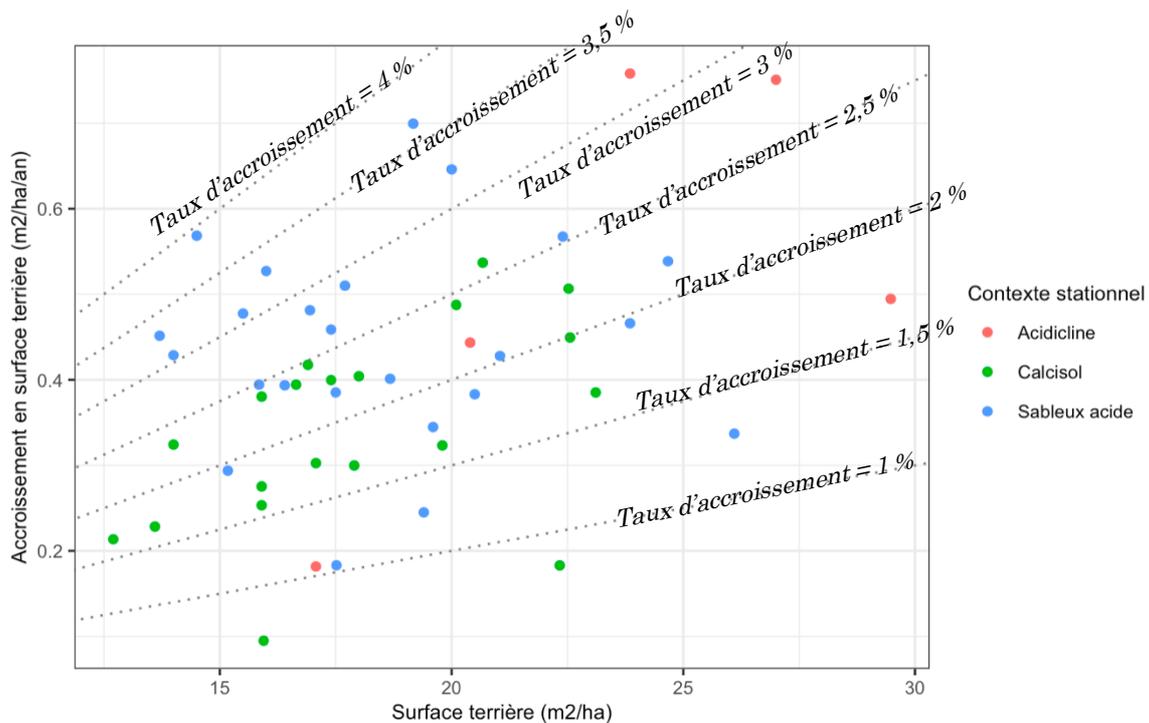
**L'accroissement en surface terrière dans les peuplements à base de hêtre est compris entre 0.2 m<sup>2</sup>/ha/an et 0.60 m<sup>2</sup>/ha/an.**

Il est dépendant des conditions stationnelles et le niveau de surface terrière initiale. C'est pourquoi, il faut chercher à travailler avec des niveaux de matériels sur pied compatibles au bon développement des houppiers.

Dans le dispositif n°6 où le sapin pectiné est présent en mélange, à hauteur d'environ 20 % de la surface terrière totale, l'accroissement en surface terrière a été plus élevé lors du dernier inventaire (2018), de 0.69 m<sup>2</sup>/ha/an. La dynamique du sapin est forte et induit un passage à la futaie important, de l'ordre de 8 tiges/ha/an.

Lorsque le passage à la futaie est important et contribue fortement à l'accroissement en surface terrière, il convient de s'assurer de la nature de celui-ci : en essences objectifs et en qualité.

Les conditions climatiques ont également impacté les accroissements en surface terrière, notamment sur les trois dernières années (2019, 2020, 2021). La diminution observée sur les accroissements en surface terrière peut être moindre que celle constatée sur les accroissements en diamètre, si d'autres essences présentes prennent le relais ou s'il y a un bon passage à la futaie, de qualité.



Les taux d'accroissements sur la surface terrière sont visibles sur la figure ci-dessus. **Pour les peuplements de hêtre, sur les stations considérées, ils sont majoritairement compris entre 1.5 % et 3 %.** Par comparaison, on constate que les taux sur le chêne sont du même niveau.

L'accroissement en volume ou le taux d'accroissement en volume bois d'œuvre sont également intéressants à suivre pour prévoir l'évolution des stocks. Les accroissements en volume sont majoritairement (plus de 50 % des données) compris entre 2 et 4 m³/ha/an pour des taux compris entre 1.5 et 3 %, essentiellement.

Certains dispositifs ont des accroissements en volume plus élevés, jusqu'à 8 m³/ha/an. Ce sont des dispositifs mélangés hêtre et résineux (20 % à 40 % de la surface terrière). **Le dispositif n°14 sur sol calcaire superficiel, fortement impacté par les conditions climatiques sévères des trois dernières années a eu une baisse conséquente de l'accroissement en volume, de 1,5 m³/ha/an à 0,5 m³/ha/an au dernier inventaire (2021).**

## Gestion du sous-étage et régénération naturelle

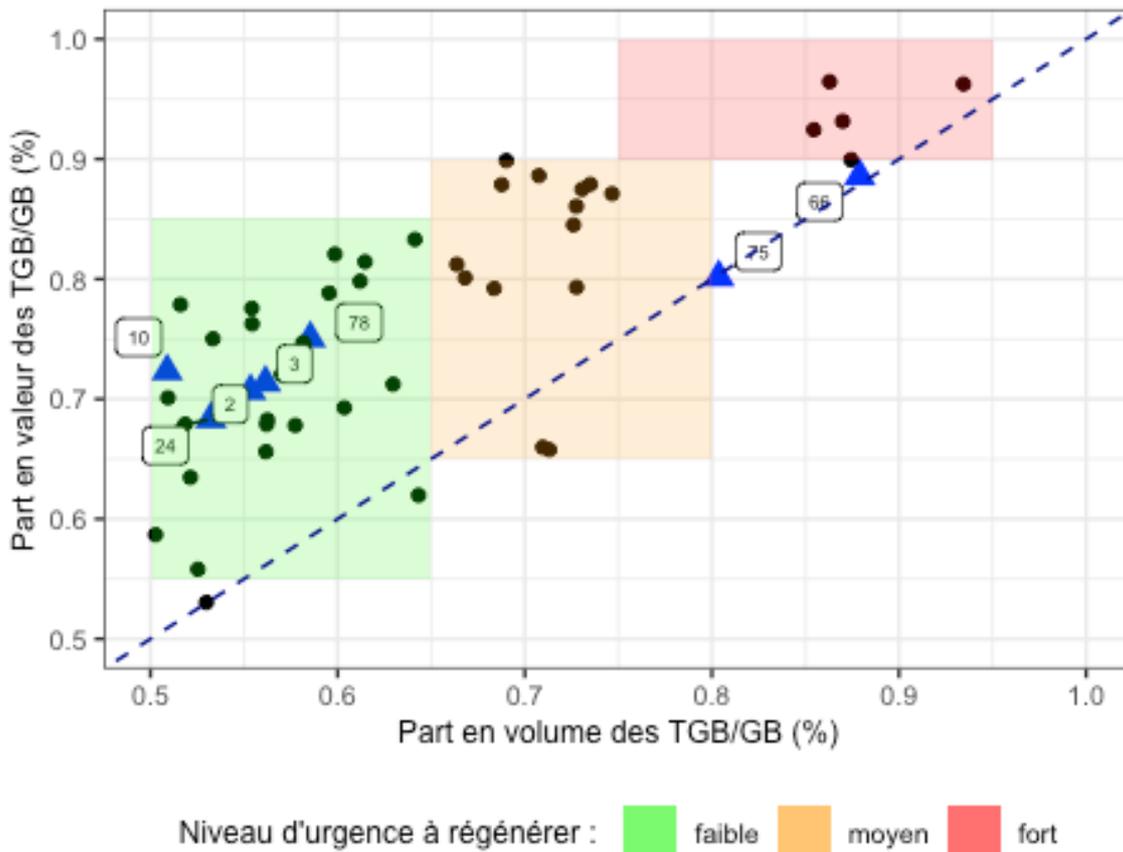
Dans les peuplements à base de hêtre, le taillis est moins présent que dans les chênaies souvent issues de taillis-sous-futaie.

Le sous-étage constitué surtout de perches joue les rôles d'éducation de la régénération et de protection de la qualité des précomptables.

Le développement de la régénération est assez dépendant du niveau de matériel sur pied. En particulier lorsque la surface terrière du taillis et des perches augmente, la régénération diminue, du fait du couvert plus important des individus de petit diamètre par rapport à ceux de grande dimension (notion de coefficient de couvert, par essence et

classe de diamètre). Ceci-étant, le fait d'avoir une bonne présence de perches et petits bois relègue l'obtention de semis en arrière-plan.

En irrégulier, le sous-étage doit bénéficier d'interventions, réalisées en même temps que la coupe jardinatoire ou à mi-rotation si son importance ou sa dynamique sont fortes. La gestion du sous-étage est importante car elle permet de doser la lumière arrivant au sol favorisant le développement des semis et la maîtrise de la végétation concurrente.



Le renouvellement est à considérer en fonction de l'organisation spatiale du peuplement et des essences objectifs. Sauf cas très particulier, la régénération n'est pas un objectif à atteindre mais la conséquence de la gestion à couvert continu.

**Un seuil de 20 % de surface régénérée dans les peuplements de hêtre est considéré comme suffisant pour assurer le renouvellement en continu des peuplements.**

La figure ci-dessus est un indicateur de « l'urgence » à régénérer. Elle permet de visualiser tous les dispositifs du réseau AFI dont les gros bois et très gros bois représentent plus de 50 % du volume et de la valeur au dernier inventaire, même si certains ont déjà de la régénération. Ils ont été classés en trois catégories avec un code couleur pour traduire le niveau d'urgence : faible (vert), moyen (orange), fort (rouge). Cette dernière classe correspond aux dispositifs dont la part des gros bois et très gros bois est supérieure à 75

% du volume et à 90 % de la valeur de consommation. Les dispositifs de hêtre sont figurés par un triangle bleu et leurs numéros sont affichés.

Le dispositif n°66 a une structure dominée par les gros bois et très gros bois (85 % de la surface terrière) et les petits bois et bois moyens sont nettement déficitaires. Cependant, au dernier inventaire (2022), la surface considérée comme régénérée était de 20 %, en hêtre principalement. Le nombre de semis à l'hectare a légèrement diminué dû à la différenciation naturelle de ces semis (passage dans la classe supérieure). Le dispositif n°75 a subi une récolte de très gros bois de hêtre sur les cinq dernières années de suivi. Pour l'instant, le compartiment des petits bois reste déficitaire (6 % de la surface terrière) mais la régénération naturelle de hêtre et d'érable sycomore est présente : 37 % de la surface est considérée comme régénérée.

Évidemment, une surpopulation de cervidés peut empêcher l'obtention ou le développement d'une régénération naturelle et diversifiée. Dans les stations avec de bonnes potentialités, la pression du gibier peut masquer cette diversité.

Le dispositif n°3 sur sol calcaire a eu une régénération de hêtre qui s'est bien développé sur la période de suivi. Bien qu'il y ait eu un léger repli des semis inférieurs à 50 cm de haut, 50 % de la surface est régénérée. Cependant, cette prédominance de hêtre dans la régénération masque les potentialités de la station aggravée par une forte pression du gibier (cerf) sur les essences les plus appétentes : alisier blanc, alisier torminal, merisier et chêne.

## BILAN ECONOMIQUE

*Cette partie permet de fournir des ordres de grandeur de recettes et dépenses pour des peuplements de hêtre gérés en futaie irrégulière. Les recettes et les dépenses ont été actualisées en euros constant 2021.*

*Les dispositifs présentés ici correspondent à des dispositifs dont l'AFI dispose des données économiques (recettes et dépenses) depuis au minimum 20 ans, à partir de l'année utilisée pour l'actualisation des résultats, c'est-à-dire 2021. Pour les dispositifs les plus anciens, bien qu'ils aient été installés dans les années 1990, le suivi économique peut être disponible antérieurement à l'installation (cf tableau en annexe).*

*Le suivi économique des dispositifs de l'AFI se font d'une part par l'analyse des flux financier (recettes et dépenses) et d'autre part par l'analyse de l'évolution du capital.*

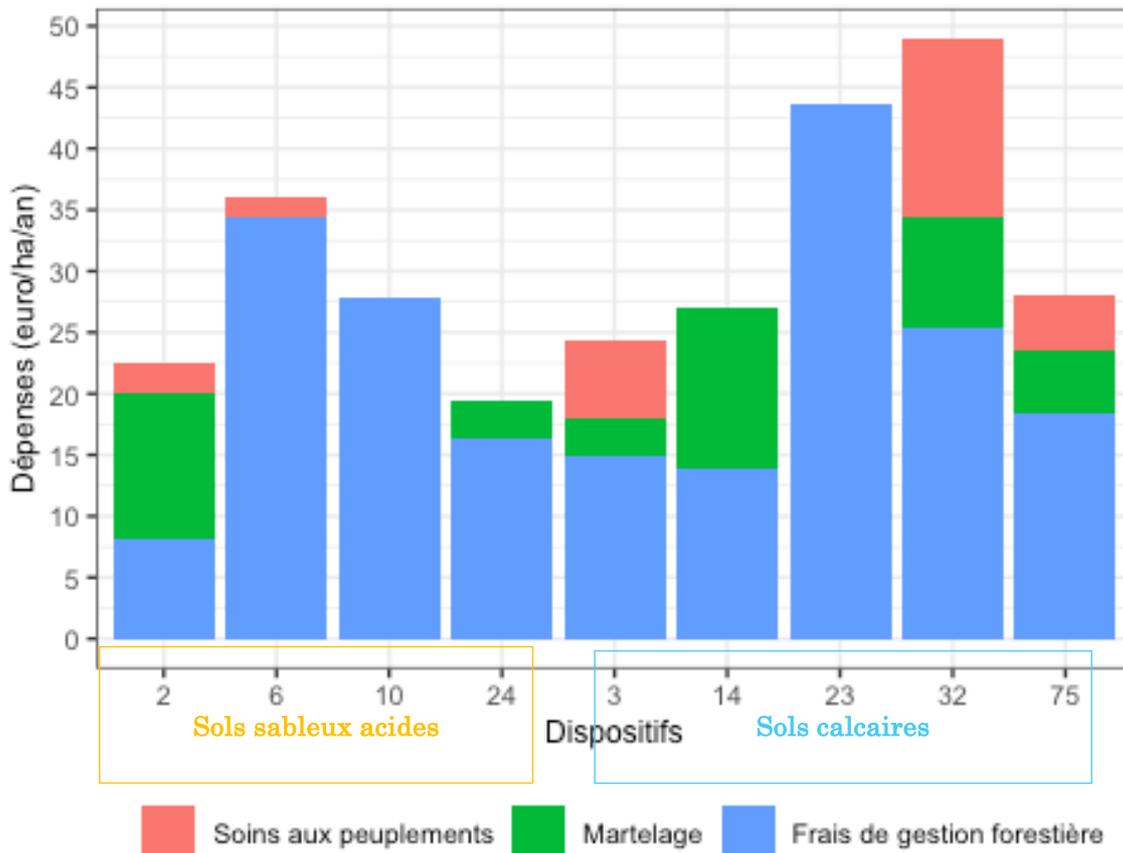
*Les recettes et dépenses des dispositifs sont des données fournies par le gestionnaire du dispositif. Lorsque cela est possible, les données économiques couvrent aussi une période antérieure à l'installation de celui-ci. Les données économiques sont exprimées par hectare et par an.*

*L'évolution du capital en valeur s'appuie sur les données d'inventaire des placettes permanentes tous les 5 ans sur chaque dispositif. Cette évolution est étudiée par l'intermédiaire de la valeur technique, considérée sous deux angles : la valeur de*

consommation, soit la valeur marchande immédiate et la valeur potentielle. L'AFI utilise une mercuriale de prix fixes, établie en 1995 par un consensus d'experts forestiers.

## Flux financiers

### Dépenses



Les dépenses présentées ci-dessus concernent celles nécessaires à l'avenir des peuplements : les soins aux peuplements mais également les martelages. Les frais de gestion forestière ont été ajoutés car pour certains gestionnaires, les martelages sont inclus dans les frais de gestion. Les dispositifs sont classés par contexte stationnel : des sols sableux acides aux sols calcaires.

Les frais de gestion forestière regroupent le suivi des peuplements, des coupes de bois, des équipements mais également des frais de garderie pour certains dispositifs (par un garde ou par le propriétaire lui-même) et les frais de gestion d'expert. Cependant, l'interprétation de cette catégorie de dépenses est délicate car les dépenses intégrées dans ces frais peuvent varier d'un gestionnaire à un autre. Ils ont été inclus ici car pour certains gestionnaires, les martelages ont été inclus dans cette catégorie. Cependant, lorsque cela était possible les honoraires sur coupe ont été isolés et inclus dans les travaux de marquage de coupe.

Le marquage des coupes, bois d'œuvre et taillis, représente entre 5 et 10 €/ha/an de dépenses. Les soins cultureux concernent une minorité de peuplements en hêtre et représentent en moyenne un investissement de l'ordre de 2-6 €/ha/an. Ils sont plus fréquents en sols calcaires.

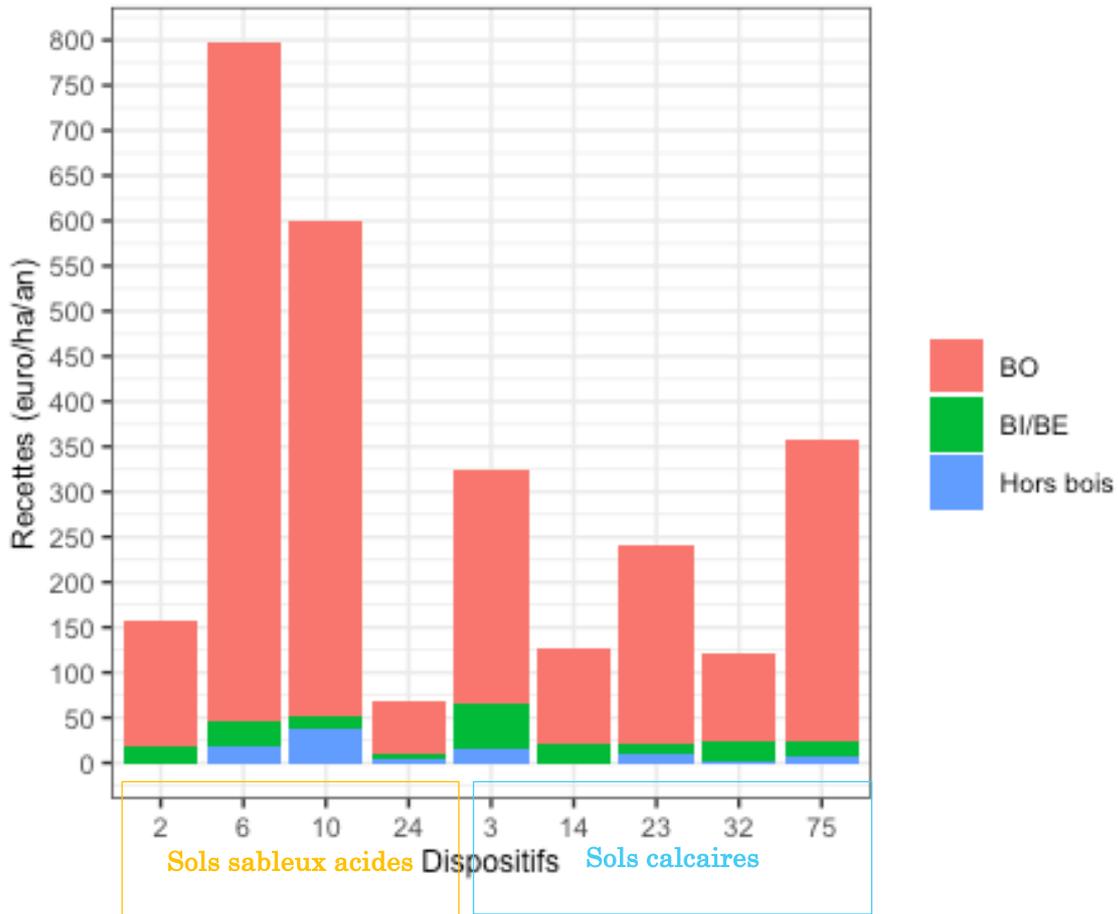
Les dispositifs n°3 et n°32 sur contexte calcaire ont eu des interventions de sélection et dégagement des semis, notamment un contrôle de la dynamique des semis de sapin pectiné pour le dispositif n°32. Les dispositifs n°6 et n°10 se trouvent sur des grès à Voltzia, à richesse satisfaisante et à texture sableuse. Dans ce contexte, le hêtre bien géré ne nécessite que peu de soins cultureux.

Les coûts de travaux sont corrélés aux conditions stationnelles mais également aux objectifs du propriétaire, dont l'un des choix peut être de favoriser une essence au profit d'une autre. Les dépenses en soins cultureux peuvent alors augmenter si le choix est de favoriser une essence moins dynamique qu'une autre.

En moyenne, l'ensemble des dépenses sont comprises entre 20 et 50 €/ha/an.

Les dépenses sont toutefois à mettre en relation avec les recettes. En effet, un peuplement peut présenter des dépenses beaucoup plus fortes qu'un autre peuplement dans un contexte similaire sans pour autant que cela soit préjudiciable si les recettes sont supérieures. Des dépenses en travaux conséquentes peuvent être facilement absorbées si les recettes sont fortes.

## Recettes



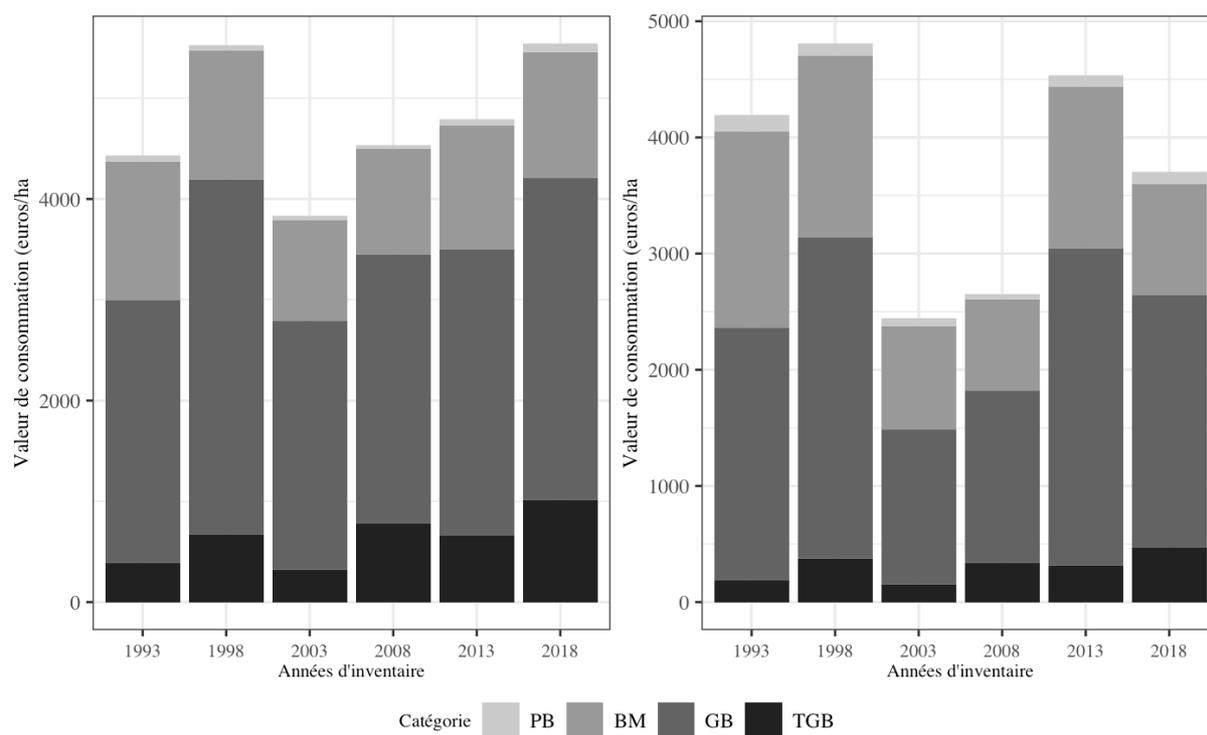
La figure ci-dessus présente pour les peuplements de hêtre, les recettes reçues sur la période de suivi réparties en trois catégories : recettes issues des ventes de bois d'œuvre (coupes de BO prévues ou chablis) et de bois d'industrie/bois d'énergie (coupes de taillis, exploitation des houppiers), et recettes "hors bois" (chasse, truffe, graine, indemnisation dégâts de gibier...). Les recettes ne tiennent pas compte d'éventuelles subventions en investissements (desserte forestière, PSG, autres équipements...) ou en fonctionnement (nettoyage, élagage, balivage...). Les recettes sont calculées à partir des données fournies par les gestionnaires des dispositifs.

Sans distinction, les recettes s'échelonnent entre 50 €/ha/an et plus de 800 €/ha/an. La majorité des recettes provient des coupes de bois (bois d'œuvre et taillis).

Le dispositif n°6 a subi trois coupes principales durant la période de suivi. Une première coupe sanitaire et de récolte, assez forte (32 % de taux de prélèvement). Le prélèvement s'est fait surtout dans les gros bois de qualité. Les deux autres coupes plus légères ont consisté en l'amélioration du capital dans les petits bois et bois moyens. Le dispositif n°10 a eu deux coupes de bois d'œuvre sur la période de suivi, caractérisées par la récolte de gros bois et l'amélioration des autres catégories de diamètre.

Des événements exceptionnels peuvent également venir augmenter les recettes, comme la récolte de chablis par exemple.

## Évolution du capital



La figure ci-dessus permet d'illustrer pour le dispositif n°3, à base de hêtre, l'évolution du capital valeur.

Celui-ci est appréhendé par deux variables :

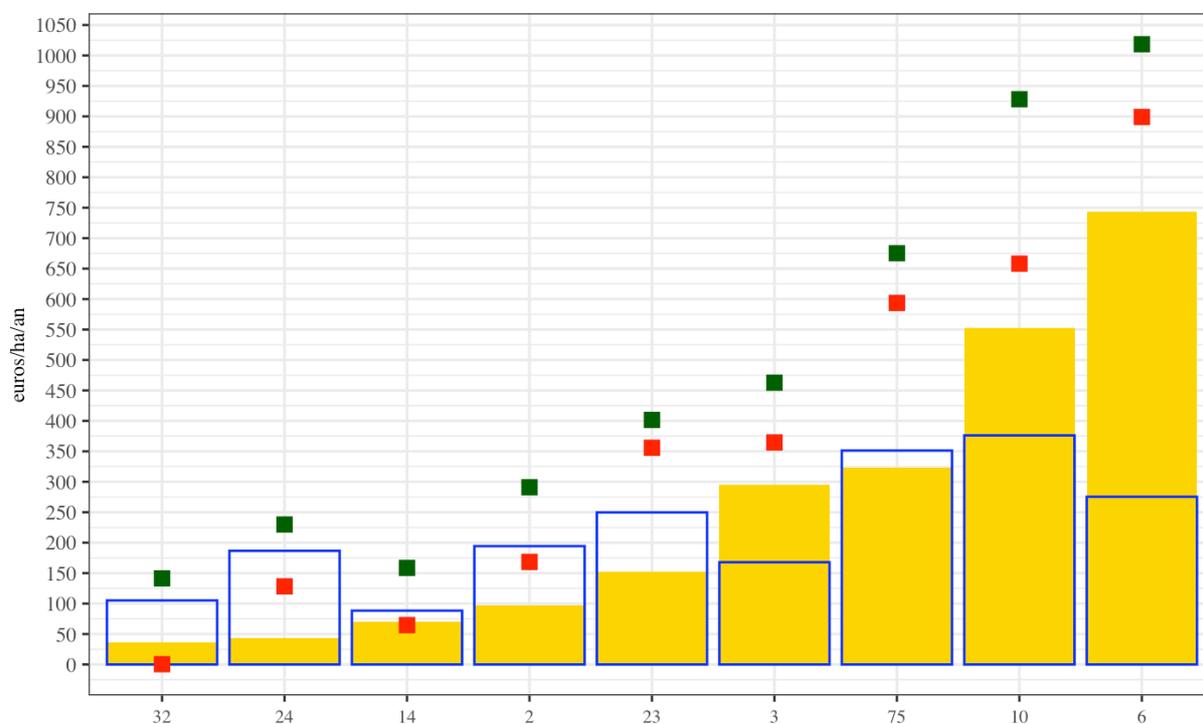
- La valeur de consommation qui correspond à la valeur marchande immédiate du peuplement, pour les bois qui ont une valeur sur le marché
- La valeur potentielle qui intègre les perspectives de recettes futures pour les arbres qui n'ont pas encore de valeur sur le marché et/ou qui sont encore dans des phases d'augmentation de leur valeur car ils n'ont pas atteint l'optimum en diamètre attendu pour leur qualité. Cette valeur dépend de l'accroissement en diamètre d'un arbre (et donc en valeur) rapporté à un taux d'actualisation. Le taux d'actualisation utilisé à l'AFI est de 4 %.

Sur une majorité des dispositifs de hêtre suivis par l'AFI, la valeur de consommation a augmenté, de manière plus marquée que le volume. Certains dispositifs ont pu avoir entre deux inventaires, une légère baisse due à des événements ponctuels (récolte de gros bois). Ceci traduit donc bien des choix sylvicoles orientés vers l'amélioration de la qualité avant tout.

Sur l'exemple ci-dessus, la valeur de consommation du dispositif n°3 a connu une baisse suite à la tempête de 1999. Celle-ci a en effet stoppé la capitalisation en volume et en valeur amorcée par le gestionnaire. Cependant, les effets de la tempête se sont résorbés en quelques années grâce aux actions améliorantes des coupes postérieures. La valeur de consommation a progressé post-tempête, suivant l'évolution du matériel sur pied, la progression de la qualité (2018 : 47 % de la surface terrière en individus de qualité A+B sur la bille de pied) et la capitalisation dans les gros bois. La valeur potentielle a progressé

de manière moins marquée suite à la tempête de 1999, les effets de celle-ci s'étant fait ressentir de manière plus forte sur les accroissements de la décennie suivante.

## Bilan économique global



La figure ci-dessus établit un bilan économique complet pour les dispositifs de hêtre ayant au moins 20 ans de suivi économique (recettes et dépenses) par rapport à l'année de référence, 2021. Elle met en relation les résultats de l'évolution du capital sur pied avec ceux des flux financiers. L'évolution du capital basée sur l'analyse de la valeur de consommation et de la valeur potentielle est calculée sur la période de suivi du dispositif. Il peut donc y avoir des différences de période d'étude entre les flux financiers et le capital « forêt ». Les recettes intègrent les recettes bois, chasse, d'éventuelles subventions et d'autres recettes (graines, muguet, truffes...). Les dépenses intègrent l'ensemble des dépenses suivies par l'AFI classées en 8 catégories : dotations aux comptes d'amortissement, frais de gestion forestière, frais généraux, impôts, martelage, soins aux peuplements, entretien du capital et exploitation.

Les dispositifs sont classés par résultat net croissant.

- Les histogrammes en jaune représentent le résultat net du compte d'exploitation (recettes-dépenses) c'est-à-dire les flux financiers annuels (pour les dispositifs ayant au moins 20 ans de suivi).
- Les histogrammes encadrés en bleu représentent l'évolution de la valeur de consommation du capital sur pied durant toute la période de suivi.
- Le carré vert correspond au bilan économique global sur la période de suivi en termes de valeur de consommation (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).

- Le carré rouge correspond au bilan économique global en termes de valeur potentielle (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).

La majorité des peuplements de hêtre ont leur valeur de consommation supérieure à la valeur potentielle sur la période de suivi. Cela s'explique notamment par la capitalisation observée dans ces dispositifs et principalement dans les gros bois/très gros bois souvent de belle qualité.

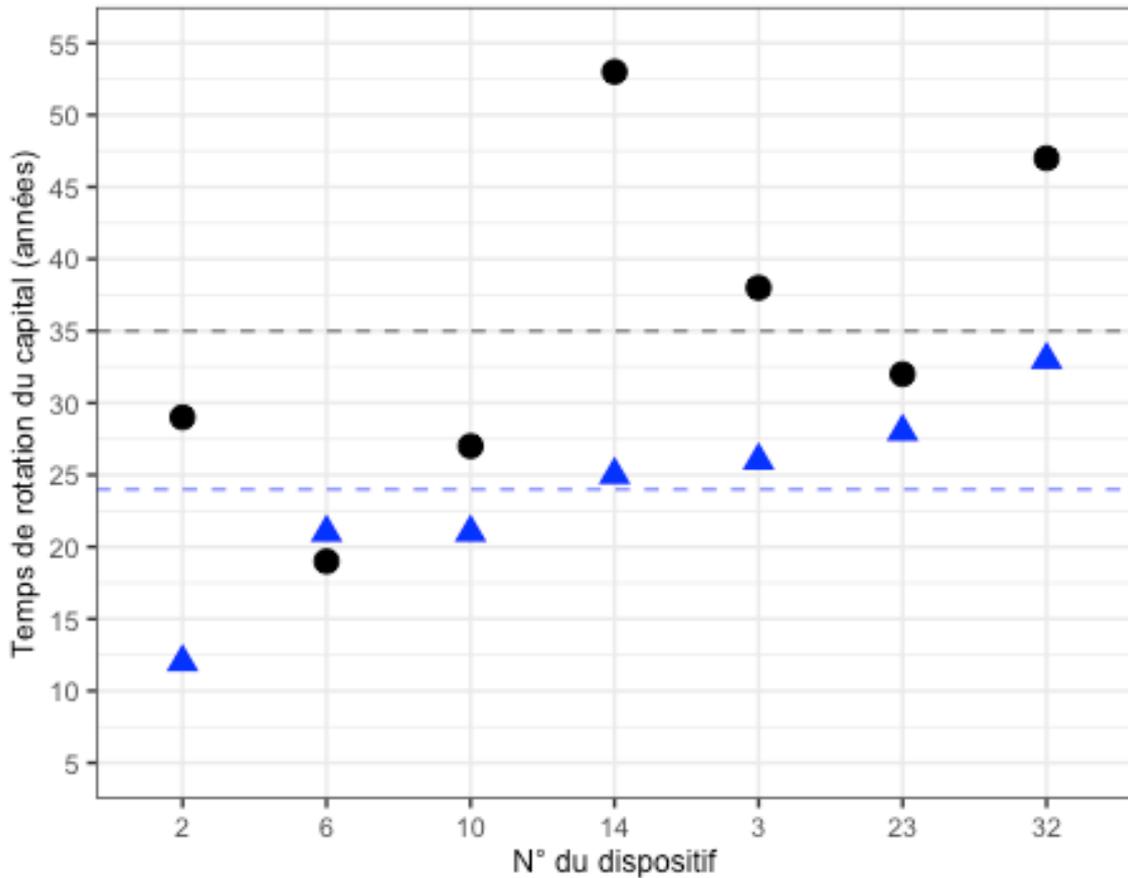
Les dispositifs où le résultat net est supérieur à l'évolution de la valeur consommation ont eu une ou plusieurs coupes sur la période de suivi, notamment de récolte de gros bois de hêtre (dispositif n°3, n°6, n°10 et 75).

---

## Rotation du capital

Le temps de retour du capital est un indicateur fondamental pour la compréhension d'une gestion en traitement irrégulier. Il permet d'apprécier l'évolution du capital, en volume ou en valeur. Le temps de retour (ou rotation) du capital argent, ou volume, correspond au nombre d'années nécessaires pour récupérer sous forme de revenu brut ou d'augmentation du capital sur pied, la valeur de consommation initiale du peuplement (ou le volume initial du peuplement). Il est d'autant plus favorable que ce temps est court.

Il permet notamment de mesurer la vitesse de réaction potentielle de la forêt face aux éventuelles perturbations climatiques. Dans une certaine mesure, il permet de relativiser l'utilité de recourir à des transformations d'essences. Cet indicateur relativise grandement la notion de révolution et d'âge des peuplements.



Les temps de retour sont d'autant plus précis qu'ils sont calculés sur une période de suivi longue (i.e. avoisinant ces temps de retour). La figure ci-dessus présente les temps de retour en valeur (triangles bleus) et en volume (points noirs) calculés pour des peuplements de hêtre ayant au moins 20 ans de suivi. Les lignes horizontales pointillées correspondent à la moyenne, tous dispositifs confondus. Les dispositifs sont classés par temps retour en valeur croissant.

Les temps de retour du capital volume sont compris entre 19 et 53 ans. Les temps de retour faibles (dispositif n°2, n°6 ou n°10) correspondent à des peuplements où le capital initial des arbres précomptables était faible (surface terrière entre 13 m<sup>2</sup>/ha et 16 m<sup>2</sup>/ha). Au contraire, les temps de retour les plus élevés se situent dans des peuplements où le capital initial était plus fort ou l'accroissement en volume est faible (dispositif n°14 et n°32). Le temps de retour dépend bien sûr du point de départ du peuplement, en volume et en valeur. Il est également influencé par l'accroissement en volume ou en valeur du peuplement.

En valeur, ces temps de retour deviennent encore plus intéressants, étant compris entre 12 et 33 ans pour récupérer la valeur de consommation initial.

### Gestion du bois mort

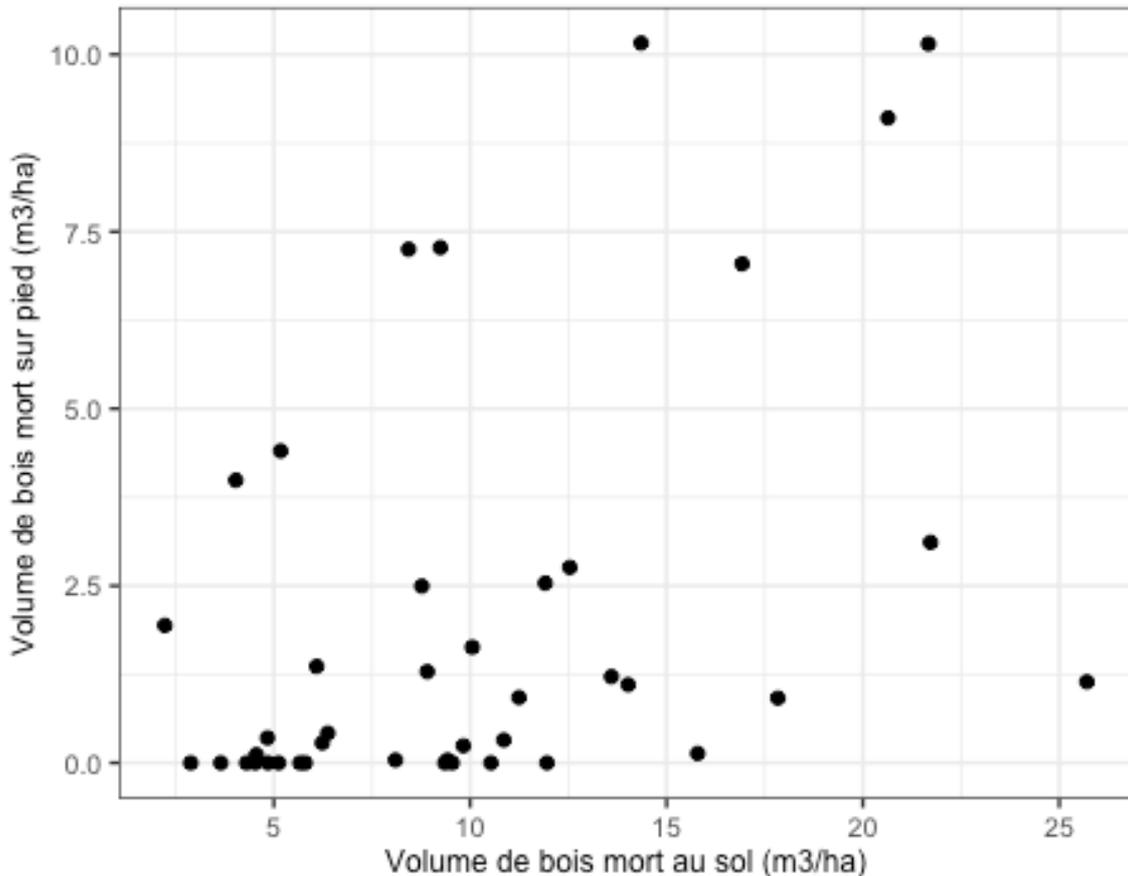
La quantité de bois mort totale est relativement variable d'un peuplement à l'autre, de 5 à 37 m<sup>3</sup>/ha (données du dernier inventaire). Il s'agit du bois mort au sol et sur pied.

Dans la majorité des dispositifs, une grande partie de ce volume est constitué de bois mort au sol de petit diamètre (de 5 cm à 30 cm de diamètre). Le bois mort au sol de gros diamètre (supérieur à 30 cm) est en effet plus rare sur les dispositifs. Les grosses pièces de bois mort sont souvent issues, actuellement, d'évènements ponctuels exceptionnels (tempête, dépérissement).

L'essentiel du bois mort au sol est souvent constitué de billons de faible diamètre (5 à 20 cm de diamètre) issus des branches mortes des réserves ou de la mortalité du sous-étage. Les habitudes liées au traitement des rémanents après coupe influe fortement sur ce volume.

Le dispositif n°75 a une quantité de bois mort élevée, de 37,2 m<sup>3</sup>/ha. Celle-ci est en constante augmentation depuis le début du suivi. Le bois mort est constitué à 44 % par des éléments au sol de petite dimension. Mais les gros bois morts sont également bien représentés dans ce dispositif. Le ratio du volume du bois mort par rapport au volume de bois total est important (18 %) et devrait être pouvoir être maintenu sans nuire à la qualité du peuplement vivant.

Si la quantité de bois mort est variable d'un peuplement à l'autre, la quantité de bois mort au sol est toujours supérieure à celle du bois mort sur pied. Les bois morts sur pied (mesurés à partir de 7,5 cm) sont en effet parfois plus délicats à maintenir car ils engagent la responsabilité du propriétaire sur la sécurité des personnes travaillant ou circulant en forêt. Et il y a aussi des anciennes pratiques de « ramassage » de chablis ou d'arbres dépérissants sur pied, tant qu'ils sont encore valorisables, qui peuvent expliquer la plus grande proportion de bois au sol. Enfin le bois mort reste plus longtemps au sol que debout, ce qui peut aussi expliquer le ratio en faveur du bois mort au sol.



La quantité de bois mort est davantage fonction de la gestion pratiquée et de la sensibilité du gestionnaire ou du propriétaire que du niveau de matériel sur pied ou de la composition du peuplement. Le maintien du bois mort reste en effet un choix sur le long-terme.

Par ailleurs, le volume de bois mort total d'un peuplement rapporté au volume de bois total de celui-ci (vivant et mort) est un indicateur considéré par de nombreux naturalistes comme étant plus pertinent à suivre que la simple valeur absolue du volume de bois mort. Il est communément admis qu'un peuplement présente une quantité de bois mort significative pour le fonctionnement et la naturalité du peuplement si ce rapport est supérieur à 10 %.

Dans les dispositifs de hêtre, ce rapport est très variable, de quelques pourcents à 18 % dans le meilleur cas. Le volume de bois mort total intègre toutes les dimensions de 5 à plus de 30 cm de diamètre, que ce soit du bois au sol et sur pied.

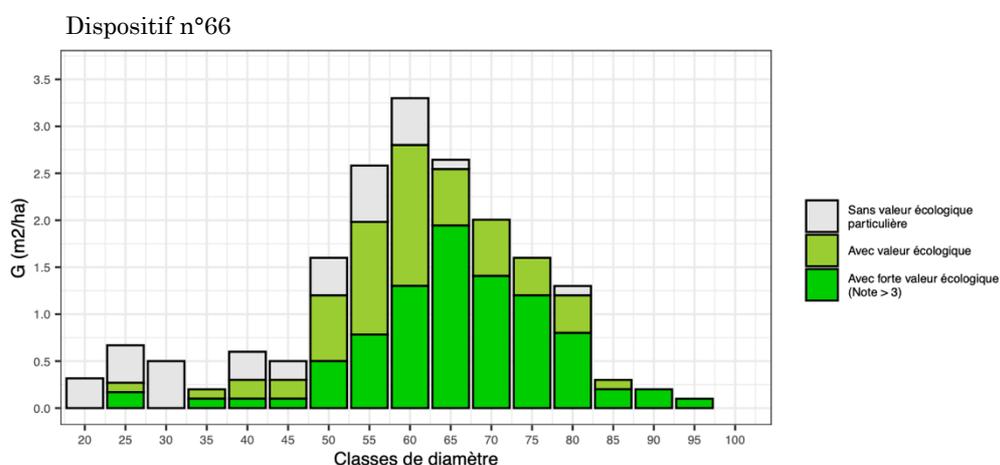
### Dendromicrohabitats

La diversité des critères écologiques relevés pour caractériser les dendromicrohabitats est fonction de la diversité en essences. Dans les peuplements de hêtres, les critères majoritaires sont liés aux cavités, notamment au pied des arbres.

Par définition, les arbres de plus gros diamètre (gros bois et très gros bois) sont plus susceptibles de porter des dendromicrohabitats que les petits bois et bois moyens.

La valeur écologique quantifiée en “points écologiques/ha” est assez variable d’un peuplement à l’autre. Dans les peuplements de hêtre, elle peut varier d’environ 300 points/ha à 600 points/ha. Cette note est évidemment corrélée au niveau de matériel sur pied. Ainsi l’indicateur synthétique étant le rapport entre les points/ha sur la surface terrière varient entre 14 et 38 points/m<sup>2</sup>/ha.

Ce suivi est intéressant pour un dispositif donné afin de voir l’évolution de la valeur écologique du peuplement. A l’échelle des dispositifs AFI sur une période d’une quinzaine d’années au maximum, les valeurs écologiques (points/m<sup>2</sup>/ha) sont en progression.



Par ailleurs, deux peuplements ayant une même note écologique peuvent se distinguer par la répartition de celle-ci.

L’histogramme ci-dessus montre la répartition de la surface terrière par classe de diamètre distinguée en fonction de la valeur écologique des arbres pour le dispositif n°66. Dans un peuplement, des arbres de grande qualité peuvent côtoyer des arbres de moins bonne qualité mais ayant une forte valeur écologique. Dans cet exemple, plus de 80 % des arbres sont porteurs de dendromicrohabitats et 40 % présentent à la fois un fort intérêt écologique et économique.

Un même niveau écologique peut être constitué soit par un grand nombre d’individus ayant une faible valeur écologique ou bien un nombre restreint d’individus mais présentant une forte valeur écologique. Dans ce second cas, ces mêmes individus, peu nombreux, peuvent présenter également une forte économique.

Dans les peuplements de hêtres étudiés, la proportion d’individus présentant à la fois une forte valeur écologique et économique oscille entre 3 à 30 %. C’est sur ces individus là qu’un arbitrage serait à faire, selon la présence ou non au sein du peuplement d’autres individus porteurs de dendromicrohabitats mais ayant une plus faible valeur économique. Enfin, les critères écologiques relevés devraient généralement pouvoir encore être augmentés sans pour autant entraver une gestion de qualité.



# GESTION DE PEUPELEMENT DE DOUGLAS ISSUS DE PLANTATION EN SYLVICULTURE MELANGEE A COUVERT CONTINU

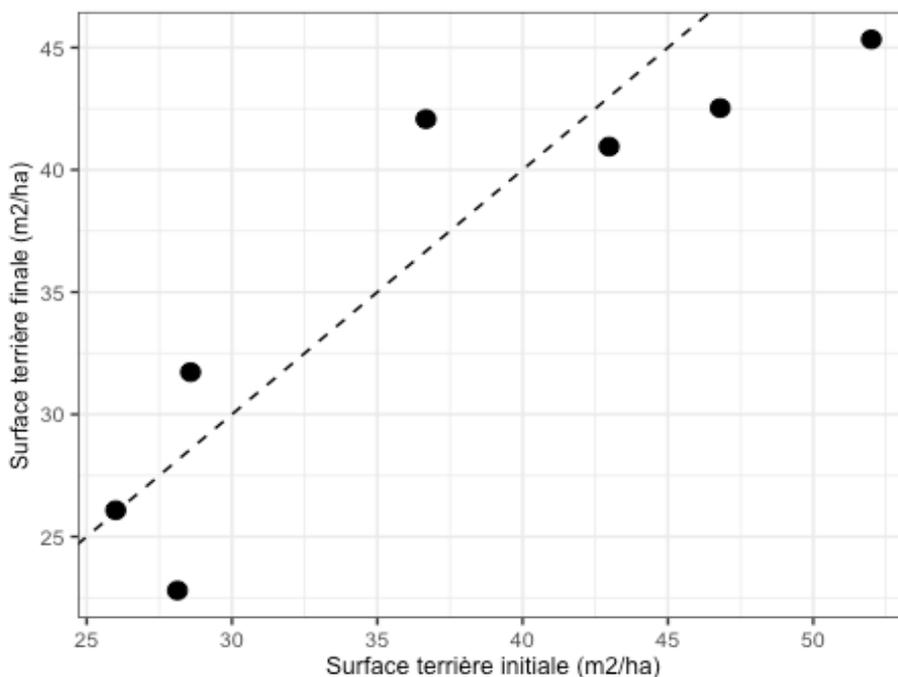
*Les peuplements de douglas suivis par l'AFI sont tous issus de plantations dont l'âge diffère, certains peuplements étant assez jeunes, d'autres plus matures. Ils permettent de suivre l'irrégularisation des futaies régulières de douglas pour proposer une alternative à la coupe rase lorsque le peuplement a atteint le diamètre d'exploitabilité requis. Cette thématique s'est enrichie récemment à l'AFI par l'installation de nouveaux dispositifs échantillonnant d'autres contextes, mais dont le recul en termes de suivi est encore faible.*

## BILAN DENDROMETRIQUE

### Gestion du matériel sur pied

#### Niveaux de matériel sur pied

Le choix du niveau de matériel sur pied constitue l'un des fondements de l'aménagement des peuplements. Le réseau de l'AFI permet de fournir des indications sur les niveaux de matériel sur pied autorisant à la fois une optimisation de la production par une répartition de l'accroissement sur les meilleures tiges et une pérennité tout en assurant une bonne répartition en structure et une régénération suffisante.



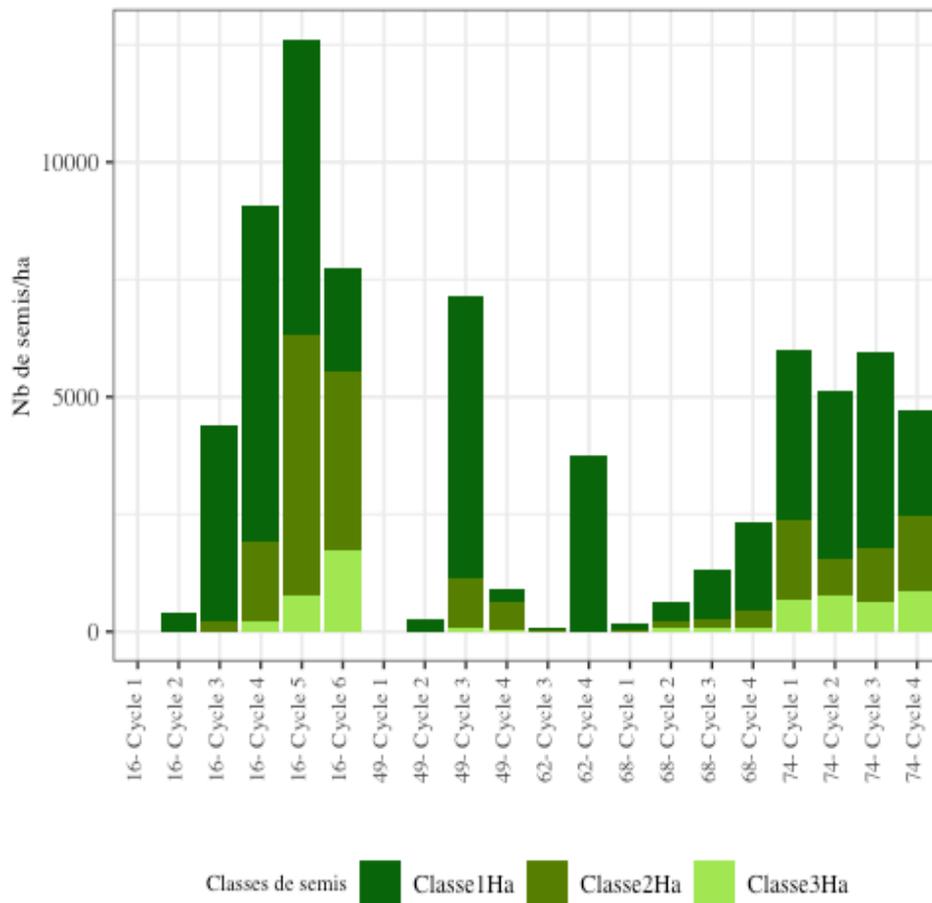
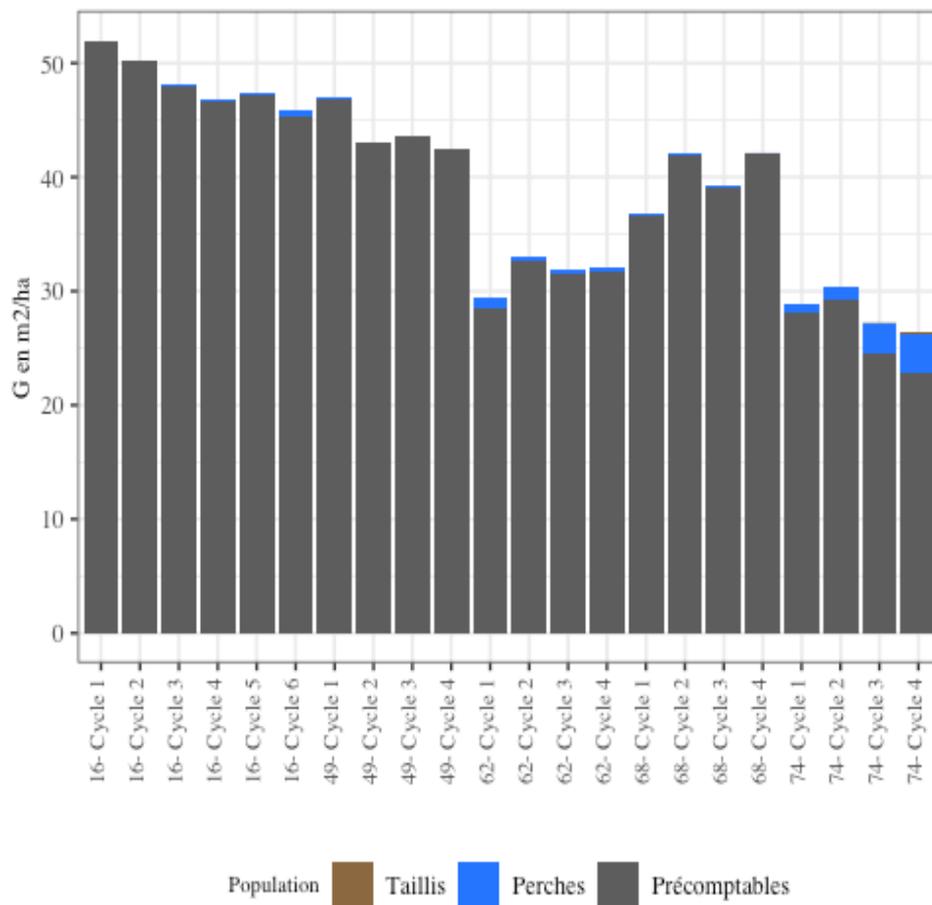
La figure ci-dessus fournit l'évolution de la surface terrière à l'installation du dispositif et au dernier inventaire pour les dispositifs de douglas.

**Une surface terrière comprise entre 25 à 40 m<sup>2</sup>/ha d'individus précomptables, le sous-étage étant généralement restreint,** permettrait d'obtenir un peuplement stable et producteur, tout en obtenant une régénération de manière diffuse, par petites trouées consécutives à la récolte des gros bois. **Une surface terrière supérieure à 45 m<sup>2</sup>/ha entraine généralement un blocage du développement de la régénération, à nuancer avec la structure du peuplement (couvert moins important avec des très gros bois que des petits bois).**

La plupart des dispositifs de douglas sont suivis depuis au moins 15 ans et ont une structure encore très régularisée. Le changement de gestion tend donc dans un premier temps à gérer la qualité des bois sur pied tout en diminuant progressivement la surface terrière, la structure n'étant pas un objectif en soi.

A terme, la structure obtenue et qui peut être considérée comme équilibrée se rapproche des proportions observées en futaie jardinée résineuse, à savoir 10-20 % de petits bois, 30-40 % de bois moyens et 40-60 % de gros et très gros bois (en surface terrière).

Un niveau de matériel sur pied ou une capitalisation trop forte dans les gros bois peut porter atteinte à la pérennité du peuplement, à la fois sur les conditions de croissance mais aussi sur la dynamique de régénération. Toutefois une surface terrière élevée peut se justifier lorsque la qualité du peuplement est élevée. La gestion de la qualité est primordiale pour ne pas faire de sacrifice d'exploitabilité.



La figure ci-dessus met en relation l'évolution du niveau de capital sur pied avec l'évolution de la régénération selon différentes classes de semis pour les dispositifs suivis depuis au moins 15 ans. La majorité des dispositifs ont peu de sous-étage (taillis et perches) dû à leur origine.

Le compartiment des perches va être alimenté petit à petit par la différenciation de la régénération naturelle. De manière globale, la régénération s'est développée sur tous les dispositifs grâce à une décapitalisation progressive. Elle a pu fluctuer au gré des interventions sylvicoles et du niveau de matériel sur pied.

Le dispositif n°16 très régularisé dans les gros bois souffrait d'un manque de régénération naturelle à l'installation du dispositif. La diminution du matériel sur pied a permis un développement de celle-ci dans les 10 ans qui ont suivi. Aujourd'hui, la surface considérée comme régénérée est de 48 %.

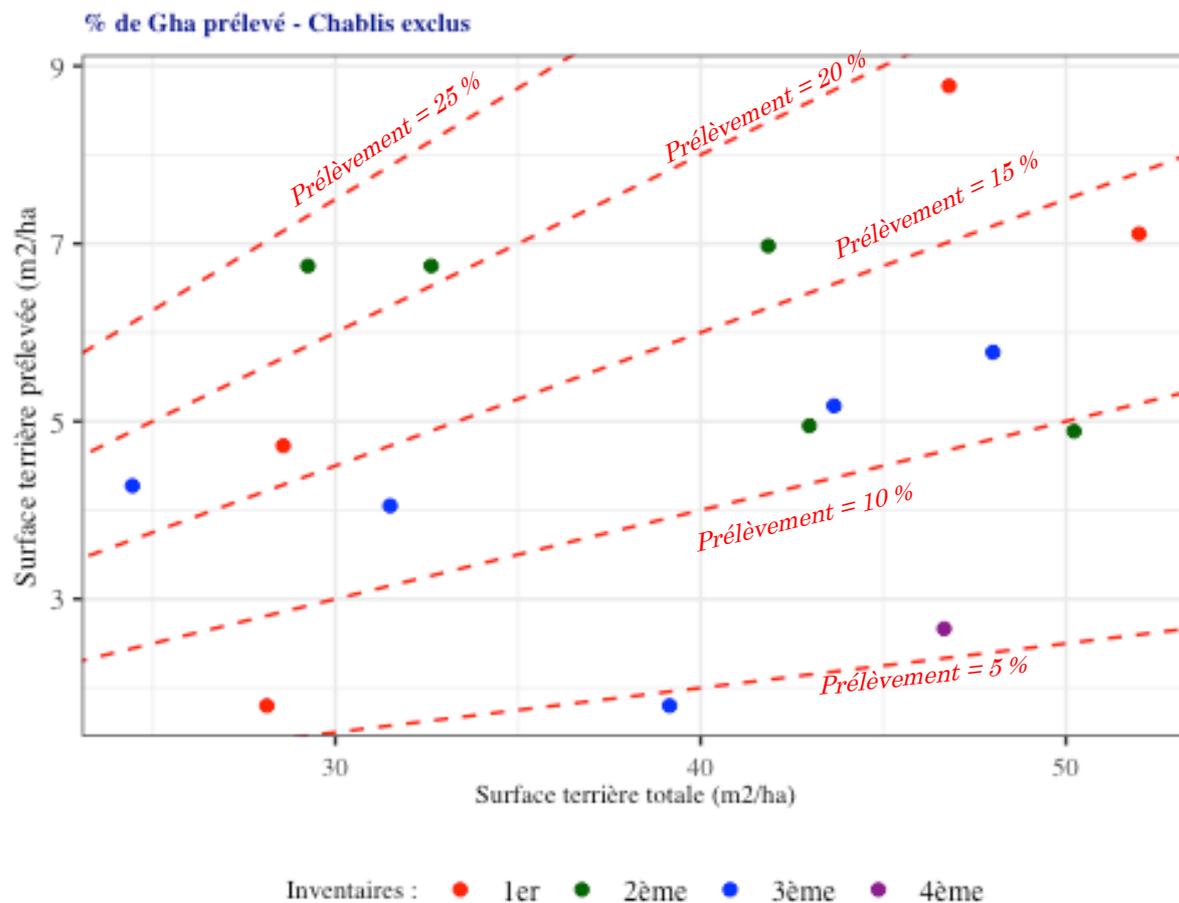
### Répartition des prélèvements

La coupe jardinatoire permet de façonner les peuplements gérés en sylviculture mélangée à couvert continu. Dans les peuplements de douglas, les rotations sont de l'ordre de **5 à 8 ans** en moyenne, **pouvant aller de 4 à 10 ans dans certains cas**.

Dans certains peuplements, le gestionnaire ne fixe pas de rotation de coupe et se laisse le choix d'intervenir en fonction de l'évolution du peuplement.

Les durées de rotations des coupes varient en fonction du niveau de matériel sur pied initial par rapport à celui qui est recherché ainsi que de la structure du peuplement et des objectifs du propriétaire. Les durées plus courtes s'inscrivent généralement dans une démarche de décapitalisation progressive pour atteindre des niveaux de surface terrière compatibles avec un renouvellement continu.

Pour le dispositif n°16 dont la surface terrière était très élevée à l'installation (plus de 50 m<sup>2</sup>/ha, le gestionnaire a décapitalisé progressivement pour favoriser l'apparition de la régénération et tendre vers une surface terrière d'équilibre. En 25 ans, 5 coupes ont été réalisées à la fois pour décapitaliser mais également pour améliorer le peuplement en favorisant les tiges les mieux conformées.

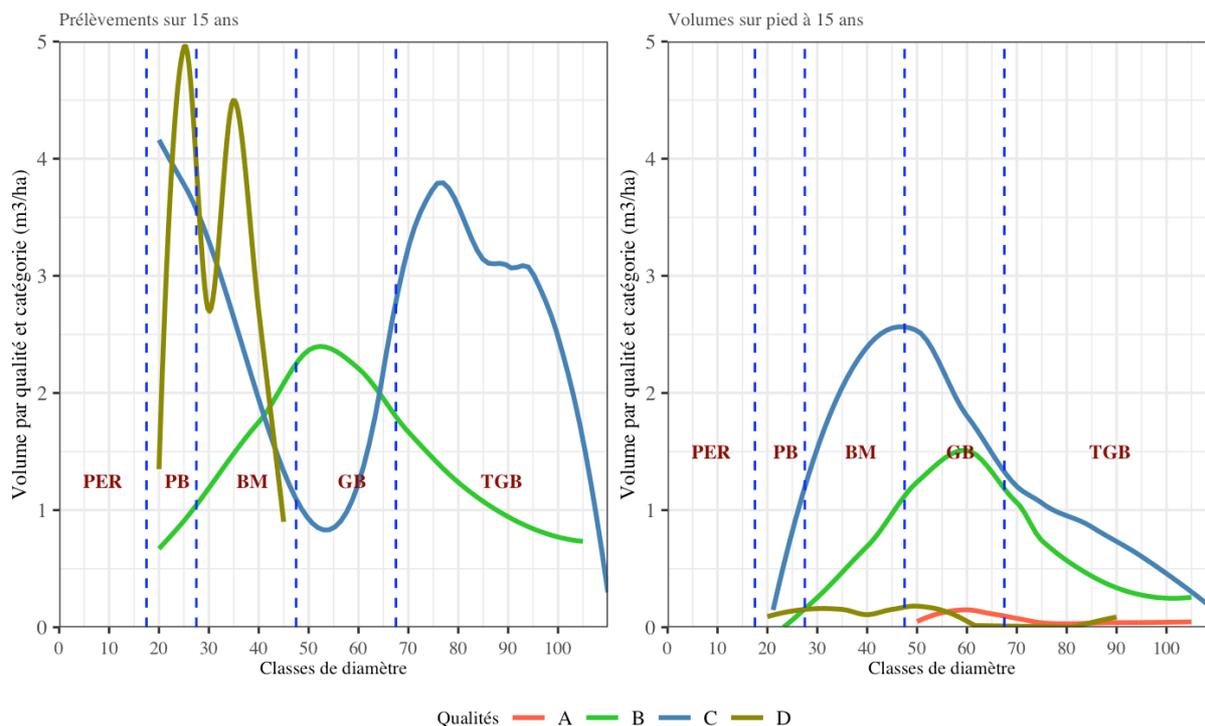


La figure ci-dessus illustre pour les peuplements de douglas suivis, les taux de prélèvements constatés. **Les taux de prélèvements sont généralement compris entre 10 % et 25 % de surface terrière.** Des taux faibles peuvent correspondre à une logique de capitalisation, ou combinés à des rotations plus courtes à une décapitalisation progressive. Dans un système géré en irrégulier, les taux de prélèvement en volume tendront à terme vers le taux d'accroissement.

Les coupes jardinatoires visent à améliorer le capital sur pied en sélectionnant les meilleurs individus quel que soit le diamètre et à récolter les tiges arrivées à maturité c'est-à-dire leur optimum économique.

Dans les cas des peuplements surcapitalisés, les interventions seront fréquentes mais prudentes. L'enlèvement des gros bois se fera en fonction de la stabilité des peuplements. Le gestionnaire veillera à la bonne réaction des bois de plus petites dimensions.

La logique d'amélioration continue est fondamentale dans le processus des martelages.



**Remarque :** Ce graphique repose sur l'analyse de 4 dispositifs suivis par l'AFI. Les arbres prélevés entre deux inventaires ont permis de sortir ces résultats.

La figure ci-dessus caractérise pour les dispositifs de douglas ayant au moins 15 ans de suivi, les prélèvements par classe de diamètre et qualité mis en regard avec le volume sur pied à 15 ans.

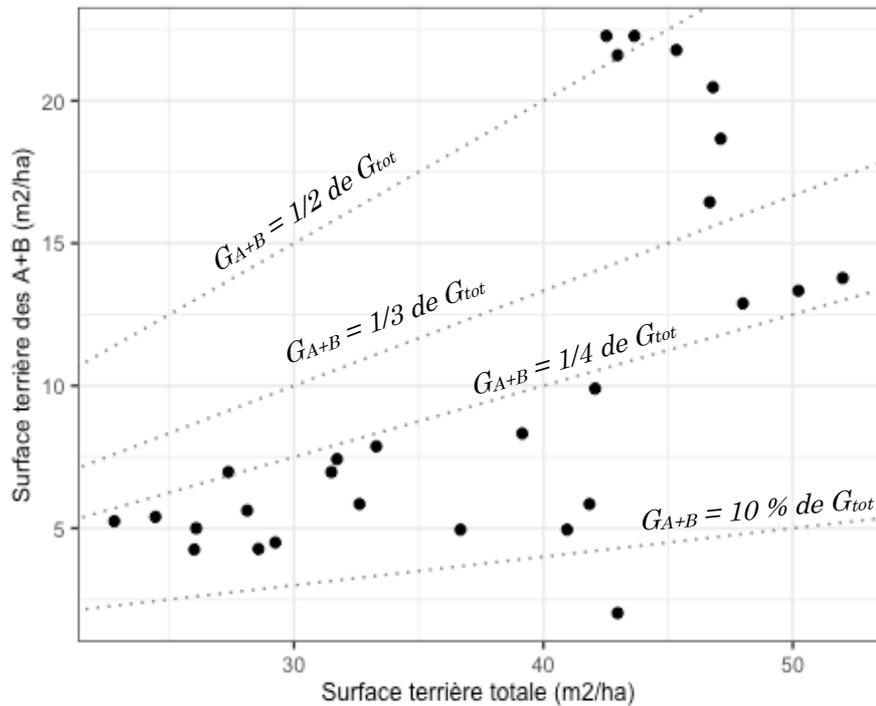
Dans ces peuplements surcapitalisés les premières coupes ont prélevé des très gros bois de qualité C à partir de 70 cm. Les plus mauvaises qualités sont prélevées rapidement et ne sont présentes que dans les faibles dimensions. Les belles qualités peuvent aussi être récoltées lors des passages en coupe, mais toujours à partir d'un certain diamètre (gros bois ou très gros bois) afin d'éviter les sacrifices d'exploitabilité. Ceci montre bien l'action améliorante des coupes jardinatoires.

Les arbres de belles qualités sont gardés plus longtemps, minimum 60 cm de diamètre, pour éviter tout sacrifice d'exploitabilité. Même si les prélèvements des moins belles qualités sont plus importants en volume, les prélèvements en valeur des meilleures qualités n'en sont pas moins négligeables.

## Gestion de la qualité

*A L'AFI, la qualité attribuée aux individus précomptables est une qualité potentielle estimée indépendamment des dimensions actuelles de l'arbre. Quatre catégories sont distinguées, de la meilleure à la plus mauvaise : A, B, C et D. La distinction est importante entre les qualités B et C. Pour les résineux, elle est annoncée en considérant les 6 premiers mètres du tronc, qui concentre l'essentiel de la valeur de l'arbre.*

La figure met ci-dessous met en relation la part de la surface terrière des qualités A et B par rapport à la surface terrière totale du peuplement. Les droites en pointillés représentent respectivement :  $G_{A+B} = 10\%$  de  $G_{tot}$ ,  $G_{A+B} = 1/4$  de  $G_{tot}$ ,  $G_{A+B} = 1/3$  de  $G_{tot}$  et  $G_{A+B} = 1/2$  de  $G_{tot}$ .

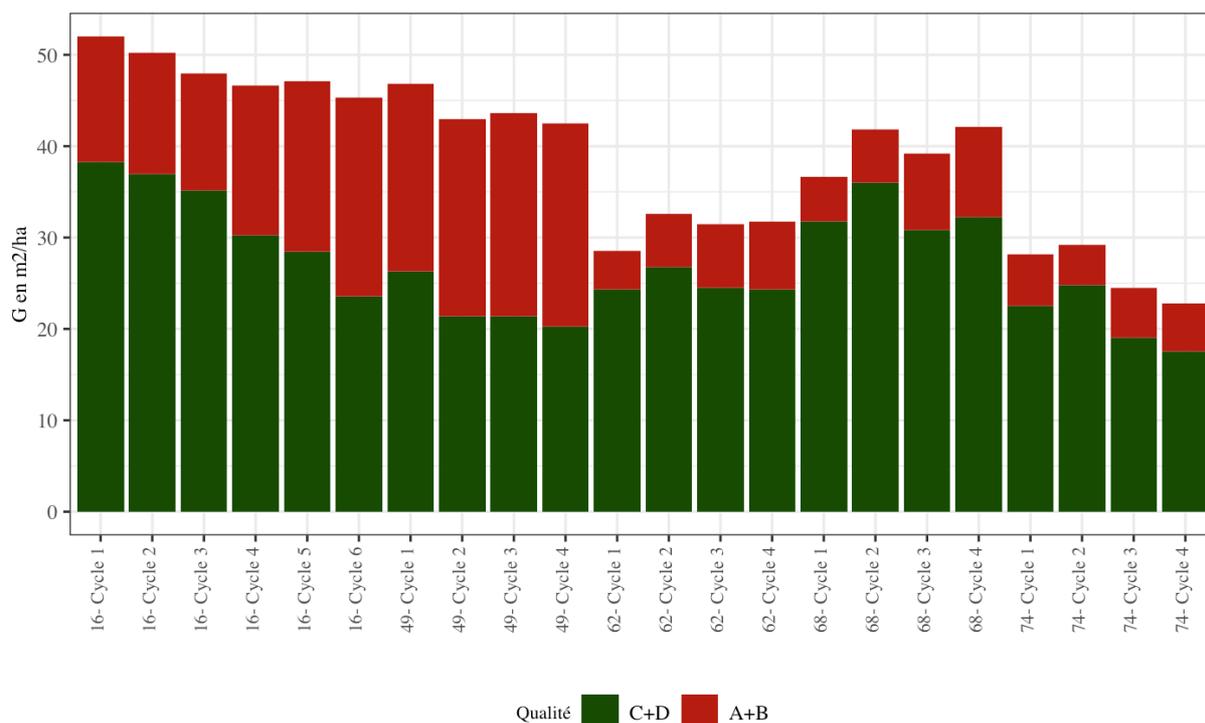


Elle met en évidence qu'une majorité des dispositifs présentent au moins 10 à 25 % de la surface terrière en individus précomptables de qualité A+B.

La gestion en futaie irrégulière sur le long-terme a permis d'obtenir des taux de qualité élevés dans certains dispositifs de douglas, allant quasiment jusqu'à 50 % de la surface terrière en qualité A+B, répartis majoritairement dans les gros bois.

Pour certains peuplements en début de conversion et souffrant d'un manque d'intervention, la qualité est nécessairement modeste et les interventions d'amélioration sont importantes pour l'avenir du peuplement.

Le dispositif n°68 présentait 15 % en surface terrière d'individus précomptables ayant une bille de pied en A ou B à l'installation. En 15 ans de suivi, cette proportion a été portée à 24 %, une coupe a eu lieu avec un taux de prélèvement en valeur de 25 %.



Les conditions stationnelles peuvent parfois être invoquées pour expliquer les taux de qualités mais la gestion passée reste prédominante par rapport à la station pour expliquer la qualité actuelle des bois sur pied.

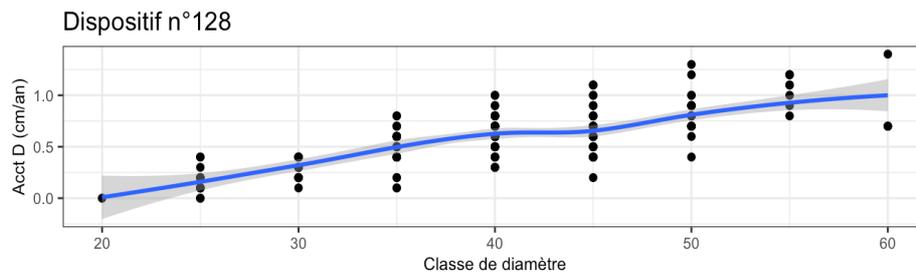
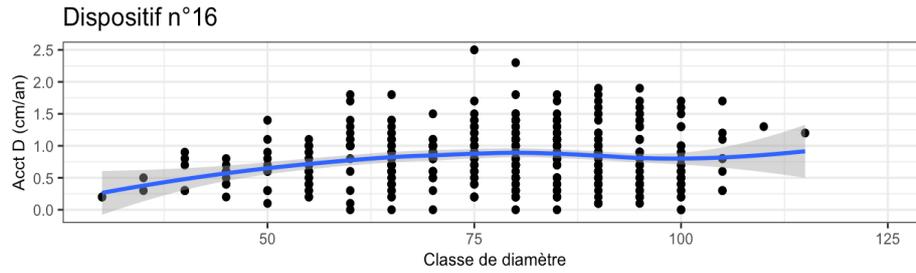
Pour certains dispositifs, où la surface terrière est un peu élevée, cela peut être mis en relation avec des taux de qualité élevés, souvent proche des 50 %. Les gestionnaires travaillent temporairement avec des niveaux élevés afin de ne pas commettre de sacrifice d'exploitabilité.

Le dispositif n°16 et n°49, en phase de décapitalisation ont des taux de qualité élevés avoisinant les 50 % de la surface terrière en 25 et 15 ans de suivi respectivement.

## Les données d'accroissements

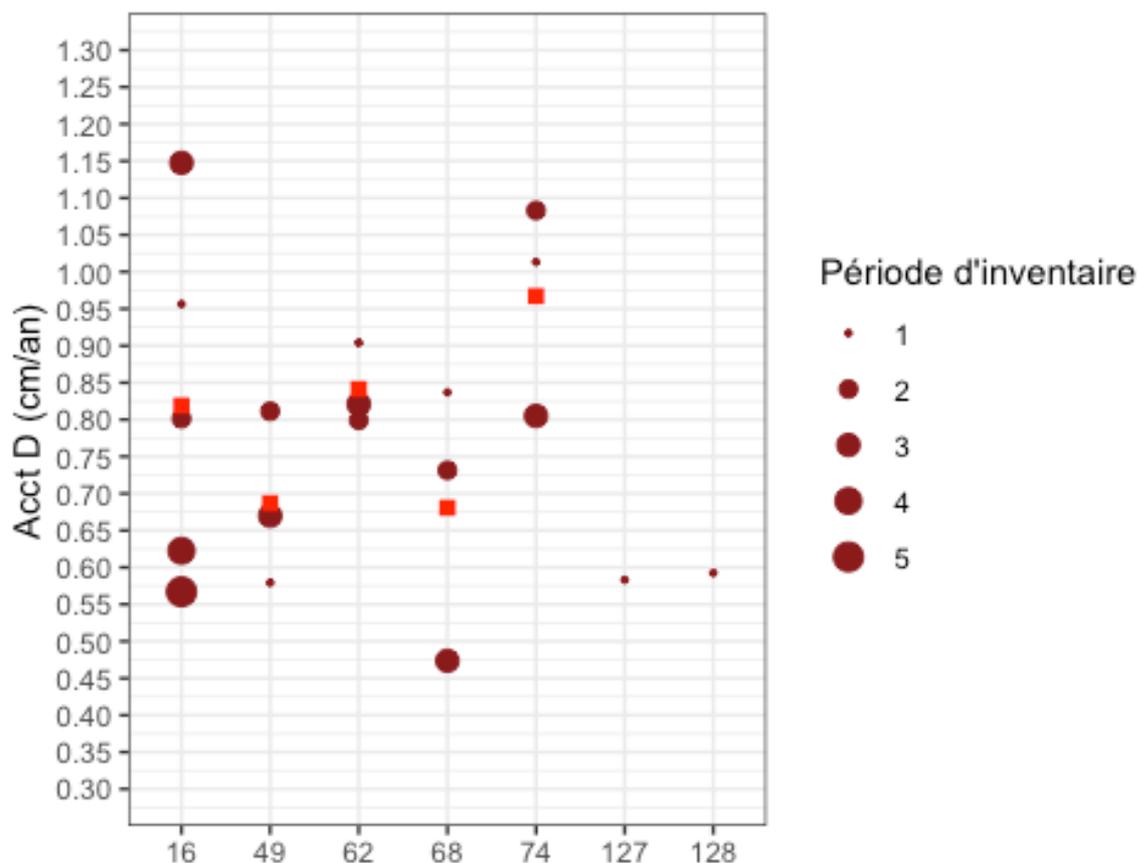
### Accroissements sur le diamètre

Contrairement aux peuplements feuillus irréguliers, où l'accroissement sur le diamètre est indépendant du diamètre de l'arbre, il apparaît très corrélé aux catégories de diamètre dans les peuplements résineux issus de plantations. Cependant, dans les anciennes plantations où la conversion en traitement irrégulier est ancienne cette corrélation tend à s'estomper.



La figure ci-dessus montre les accroissements moyens sur le diamètre en fonction de la classe, quel que soit le cycle. La gestion en irrégulier a débuté dans les années 1990 pour le dispositif n°16, alors âgé de 70 ans. Plusieurs éclaircies ont déjà été faites, 5 interventions en 25 ans. Le dispositif n°128 a une conversion et un suivi par l'AFI assez récents (2 inventaires). On note une corrélation plus forte dans ce dernier entre les accroissements et les classes de diamètre que pour le dispositif n°16.

Les niveaux d'accroissements sont liés à l'essence, mais aussi aux conditions stationnelles et climatiques, à la gestion passée et actuelle.



La figure ci-dessus fournit les accroissements moyens sur le diamètre pour le douglas par dispositif et par cycle quinquennal de remesures. L'accroissement moyen des douglas sur toute la période de suivi apparaît en rouge. **Les accroissements moyens sur le diamètre du douglas sont compris, en moyenne entre 0.6 cm/an et 0.9 cm/an, voire légèrement plus dans les meilleurs cas.**

Sur les cinq dernières années, où les conditions climatiques ont été particulièrement sèches et chaudes, l'accroissement sur le diamètre des douglas a été moins bon que des années plus favorables, même si ces derniers restent convenables.

**Le dispositif n°68 a une baisse importante sur l'accroissement moyen des douglas, dont une part peut être imputée au climat mais également à l'augmentation du capital sur pied.**

Dans les peuplements où le douglas est mélangé avec de l'épicéa ou du sapin (grandis notamment), la baisse sur les accroissements a été particulièrement marquée sur les épicéas, moins sur les douglas et les sapins.

Par ailleurs, dans les peuplements à très gros bois de douglas, les accroissements sont plus difficiles à estimer à cause de l'écorce déhiscente de certains sujets.

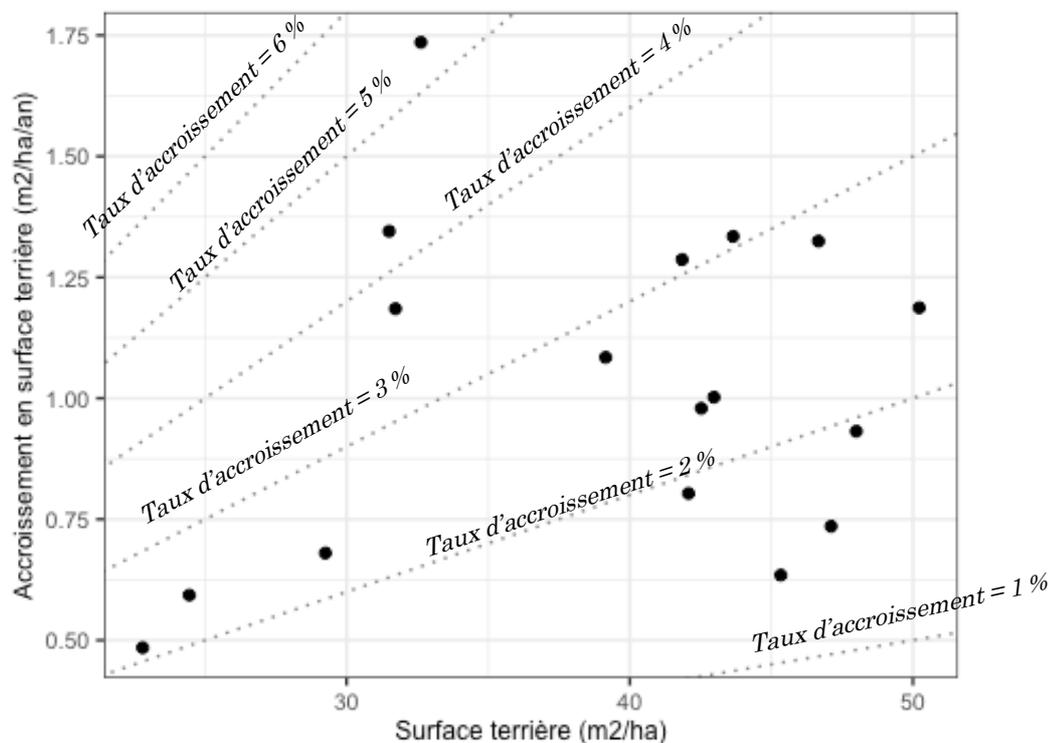
### Accroissement en surface terrière

L'accroissement en surface terrière fournit la progression globale du capital sur pied. Il comprend à la fois l'augmentation en diamètre des tiges précomptables déjà présentes à

l'inventaire précédent mais également le recrutement de nouvelles tiges passées à la futaie (c'est-à-dire qui ont dépassées les 17,5 cm de diamètre depuis la dernière mesure). **L'accroissement en surface terrière dans les peuplements à base de douglas est compris entre 0.75 m<sup>2</sup>/ha/an et 1,25 m<sup>2</sup>/ha/an.**

Il est dépendant des conditions stationnelles et le niveau de surface terrière initiale. C'est pourquoi, il faut chercher à travailler avec des niveaux de matériels sur pied compatibles au bon développement des houppiers.

Pour certains dispositifs, contrairement aux accroissements moyens sur le diamètre qui ont été sensibles aux conditions climatiques, les accroissements en surface terrière ont été moins impactés. Cela a pu notamment être compensé par la capitalisation observée dans certains dispositifs.



Les taux d'accroissements sur la surface terrière sont visibles sur la figure ci-dessus. **Pour les peuplements de douglas, ils sont majoritairement compris entre 2 % et 3 %.** Par comparaison, ces taux ne sont pas beaucoup supérieurs à ceux des peuplements de chêne ou de hêtre (en valeur absolue c'est différent bien sûr).

L'accroissement en volume ou le taux d'accroissement en volume bois d'oeuvre sont également intéressants à suivre pour prévoir l'évolution des stocks. Les accroissements en volume sont majoritairement (plus de 50 % des données) compris entre 10 et 18 m<sup>3</sup>/ha/an pour des taux compris entre 2.5 % et 3.5 %, essentiellement.

Le dispositif n°62 présente sur la période 2005-2020, un accroissement en surface terrière de 1,32 m<sup>2</sup>/ha/an pour 18,3 m<sup>3</sup>/ha/an. La dernière période (2015-2020) montre des accroissements moins soutenus que sur les premières années de suivi (2005-2015) bien

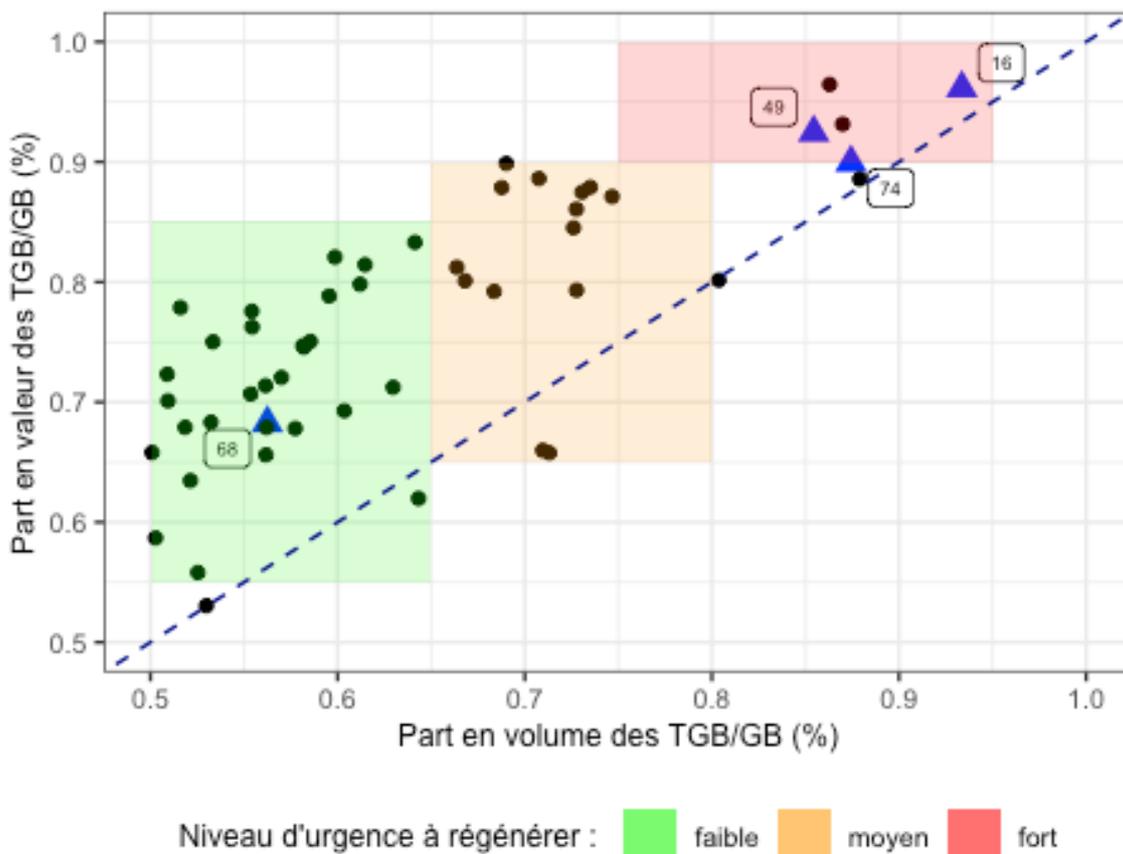
que le couvert ait baissé. Pour autant, l'évolution du capital valeur de ce peuplement témoigne d'une forte dynamique. A capital égal, l'augmentation progressive de la qualité et la capitalisation dans les plus grosses dimensions ont fait progresser la valeur potentielle du peuplement. Ce dispositif a un taux d'accroissement en volume de 5 % et de 4 % en surface terrière.

## Gestion du sous-étage et régénération naturelle

Les peuplements de douglas, souvent denses, ont nécessairement peu ou pas de taillis ni de perches. Le développement de la régénération sera donc important pour alimenter le compartiment des perches à moyen-terme et assurer l'avenir du peuplement à plus long-terme.

Le développement de la régénération est assez dépendant du niveau de matériel sur pied. Lorsque la surface terrière de la futaie augmente, la régénération diminue.

En irrégulier, le sous-étage installé doit bénéficier d'interventions, réalisées en même temps que la coupe jardinatoire ou à mi-rotation si son importance ou sa dynamique sont fortes. La gestion du sous-étage est importante car elle permet de doser la lumière arrivant au sol favorisant le développement des semis et la maîtrise de la végétation concurrente.



Le renouvellement est à considérer en fonction de l'organisation spatiale du peuplement et de l'essence objectif. La régénération n'est pas un objectif à atteindre mais la conséquence de la gestion à couvert continu.

**Un seuil de 20 % de surface régénérée dans les peuplements de douglas est considéré comme suffisant pour assurer le renouvellement en continu des peuplements.**

La figure ci-dessus est un indicateur de « l'urgence » à régénérer. Elle permet de visualiser tous les dispositifs du réseau AFI dont les gros bois et très gros bois représentent plus de 50 % du volume et de la valeur au dernier inventaire, même si certains ont déjà de la régénération. Ils ont été classés en trois catégories avec un code couleur pour traduire le niveau d'urgence : faible (vert), moyen (orange), fort (rouge). Cette dernière classe correspond aux dispositifs dont la part des gros bois et très gros bois est supérieure à 75 % du volume et à 90 % de la valeur de consommation. Les dispositifs de douglas sont figurés par un triangle bleu et leurs numéros sont affichés.

Le dispositif n°74 est dominé par les gros bois et très gros bois qui représentent à eux-seuls 80 % de la surface terrière. Les petits bois et bois moyens sont nettement déficitaires. Mais au dernier inventaire, il y avait 3,5 m<sup>2</sup>/ha de perches et un passage à la futaie de 1,6 tiges/ha/an, ce qui est encore modeste mais en progression. Sur les dernières années, 20 % de la surface était considérée comme régénérée avec un nombre de grand semis (diamètre compris entre 2,5 cm et 7,5 cm).

Le dispositif n°49, dominé au dernier inventaire (2018) par les gros bois manque également de petit bois et bois moyen. Les perches sont inexistantes et le passage à la futaie, pour l'instant nul. La nécessité d'obtenir une régénération naturelle est ici une question importante pour engendrer à moyen-terme des perches et amorcer une dynamique de renouvellement. Quant à la régénération naturelle, les semis de douglas se sont progressivement installés en 15 ans mais leur nombre a diminué sur la dernière période de suivi.

Lorsque le passage à la futaie est important et contribue fortement à l'accroissement en surface terrière, il convient de s'assurer de la nature de celui-ci : en essences objectifs et non en taillis mais aussi en qualité.

Une surpopulation de cervidés peut empêcher l'obtention ou le développement d'une régénération naturelle et diversifiée. Dans les stations avec de bonnes potentialités, la pression du gibier peut masquer cette diversité.

## BILAN ECONOMIQUE

*Cette partie permet de fournir des ordres de grandeur de recettes et dépenses pour des peuplements de douglas gérés en futaie irrégulière. Les recettes et les dépenses ont été actualisées en euros constant 2021.*

*Les dispositifs présentés ici correspondent à des dispositifs dont l'AFI dispose des données économiques (recettes et dépenses) depuis au minimum 20 ans, à partir de l'année utilisée pour l'actualisation des résultats, c'est-à-dire 2021. Pour les dispositifs les plus anciens, bien qu'ils aient été installés dans les années 1990, le suivi économique peut être disponible antérieurement à l'installation du dispositif AFI sur la parcelle en question (cf tableau en annexe).*

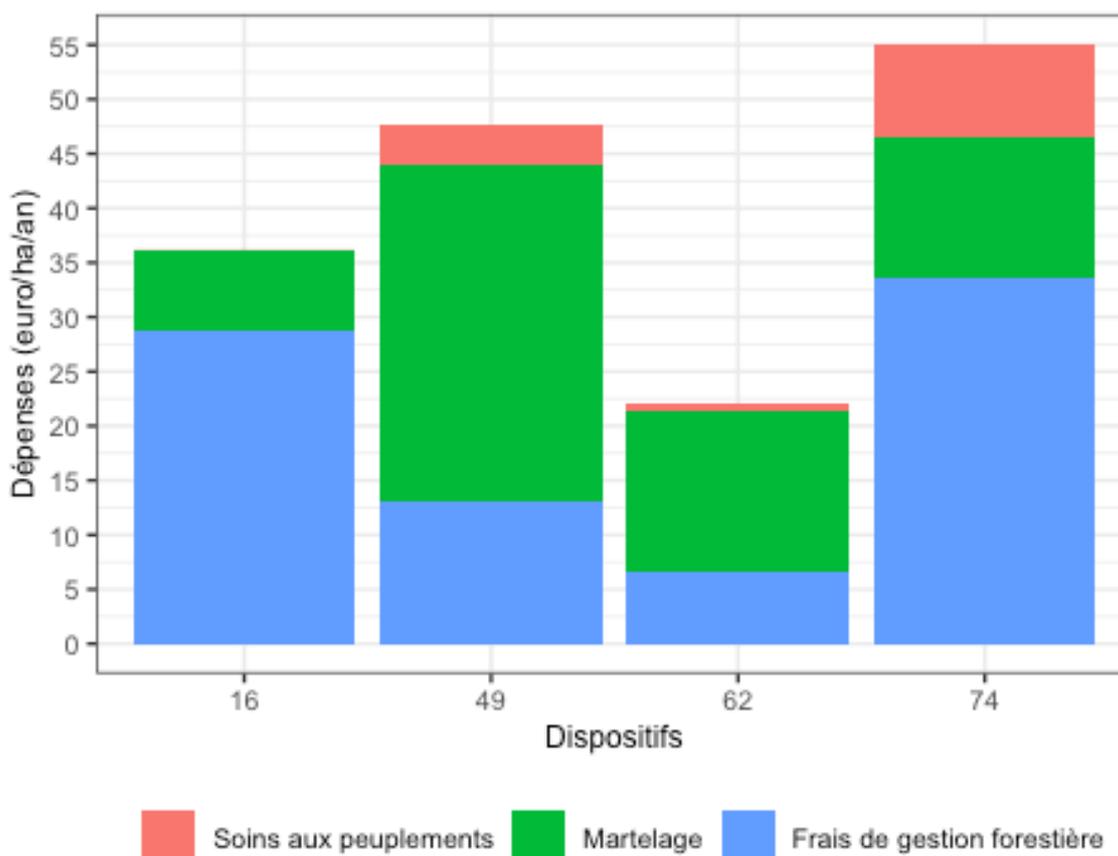
Le suivi économique des dispositifs de l'AFI se fait d'une part par l'analyse des flux financiers (recettes et dépenses) et d'autre part par l'analyse de l'évolution du capital.

Les recettes et dépenses sont des données fournies par le gestionnaire du dispositif. Lorsque cela est possible, les données économiques couvrent aussi une période antérieure à l'installation de celui-ci. Les données économiques sont exprimées par hectare et par an.

L'évolution du capital en valeur s'appuie sur les données d'inventaire des placettes permanentes tous les 5 ans sur chaque dispositif. Cette évolution est étudiée par l'intermédiaire de la valeur technique, considérée sous deux angles : la valeur de consommation, soit la valeur marchande immédiate et la valeur potentielle. L'AFI utilise une mercuriale de prix fixes, établie en 1995 par un consensus d'experts forestiers.

## Flux financiers

### Dépenses



Les dépenses présentées ci-dessus concernent celles nécessaires à l'avenir des peuplements : les soins aux peuplements mais également les martelages.

Les frais de gestion forestière regroupent le suivi des peuplements, des coupes de bois, des équipements mais également des frais de garderie pour certains dispositifs (par un garde ou par le propriétaire lui-même) et les frais de gestion d'expert. Cependant, l'interprétation de cette catégorie de dépenses est délicate car les dépenses intégrées dans ces frais peuvent varier d'un gestionnaire à un autre. Ils ont été inclus ici car pour certains gestionnaires, les martelages ont été inclus dans cette catégorie. Cependant, lorsque cela était possible les honoraires sur coupe ont été isolés et inclus dans les travaux de marquage de coupe.

**Cette étude se base sur 4 dispositifs suivis par l'AFL, les ordres de grandeur sont donc à prendre avec précaution.**

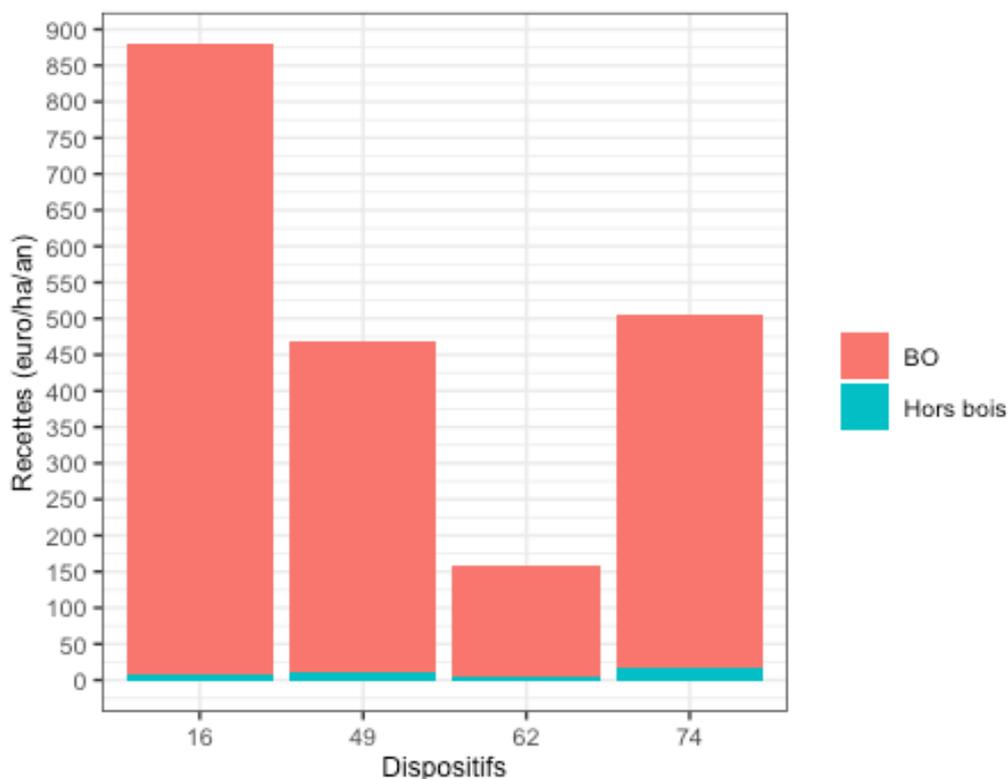
Le marquage des coupes, bois d'oeuvre et taillis, représente entre 10 et 30 €/ha/an de dépenses. Ces dépenses sont plus fréquentes que dans des peuplements feuillus, les rotations étant plus courtes. Les soins cultureux concernent la plupart des peuplements de douglas et représentent en moyenne un investissement de l'ordre de 0-10 €/ha/an. Ils prennent en compte le dégagement des semis dans les stations où la ronce est vigoureuse et vient les concurrencer (cas du dispositif n°49), l'élagage des perches généralement sur les 6 premiers mètres (cas du dispositif n°62 et 74).

Les coûts de travaux sont corrélés aux conditions stationnelles mais également aux objectifs du propriétaire, dont l'un des choix peut être de favoriser une essence au profit d'une autre. Les dépenses en soins cultureux peuvent alors augmenter si le choix est de favoriser une essence moins dynamique qu'une autre.

En moyenne, l'ensemble des dépenses sont comprises entre 20 et 55 €/ha/an.

Les dépenses sont toutefois à mettre en relation avec les recettes. En effet, un peuplement peut présenter des dépenses beaucoup plus fortes qu'un autre peuplement dans un contexte similaire sans pour autant que cela soit préjudiciable si les recettes sont supérieures. Des dépenses en travaux conséquentes peuvent être facilement absorbées si les recettes sont fortes.

## Recettes



La figure ci-dessus présente pour les peuplements de chêne, les recettes reçues sur la période de suivi réparties en trois catégories : recettes issues des ventes de bois d’œuvre (coupes de BO prévues ou chablis) et de bois d’industrie/bois d’énergie (coupes de taillis, exploitation des houppiers), et recettes “hors bois” (chasse, truffe, graine, indemnisation dégâts de gibier...). Les recettes ne tiennent pas compte d’éventuelles subventions en investissements (desserte forestière, PSG, autres équipements...) ou en fonctionnement (nettoyage, élagage, balivage...). Les recettes sont calculées à partir des données fournies par les gestionnaires des dispositifs.

Sans distinction, les recettes s’échelonnent entre 150 €/ha/an et 900 €/ha/an. La majorité des recettes provient des coupes de bois d’oeuvre. Les dispositifs présentés n’ayant pas de sous-étage, il n’y a pas eu d’intervention dans le sous-étage.

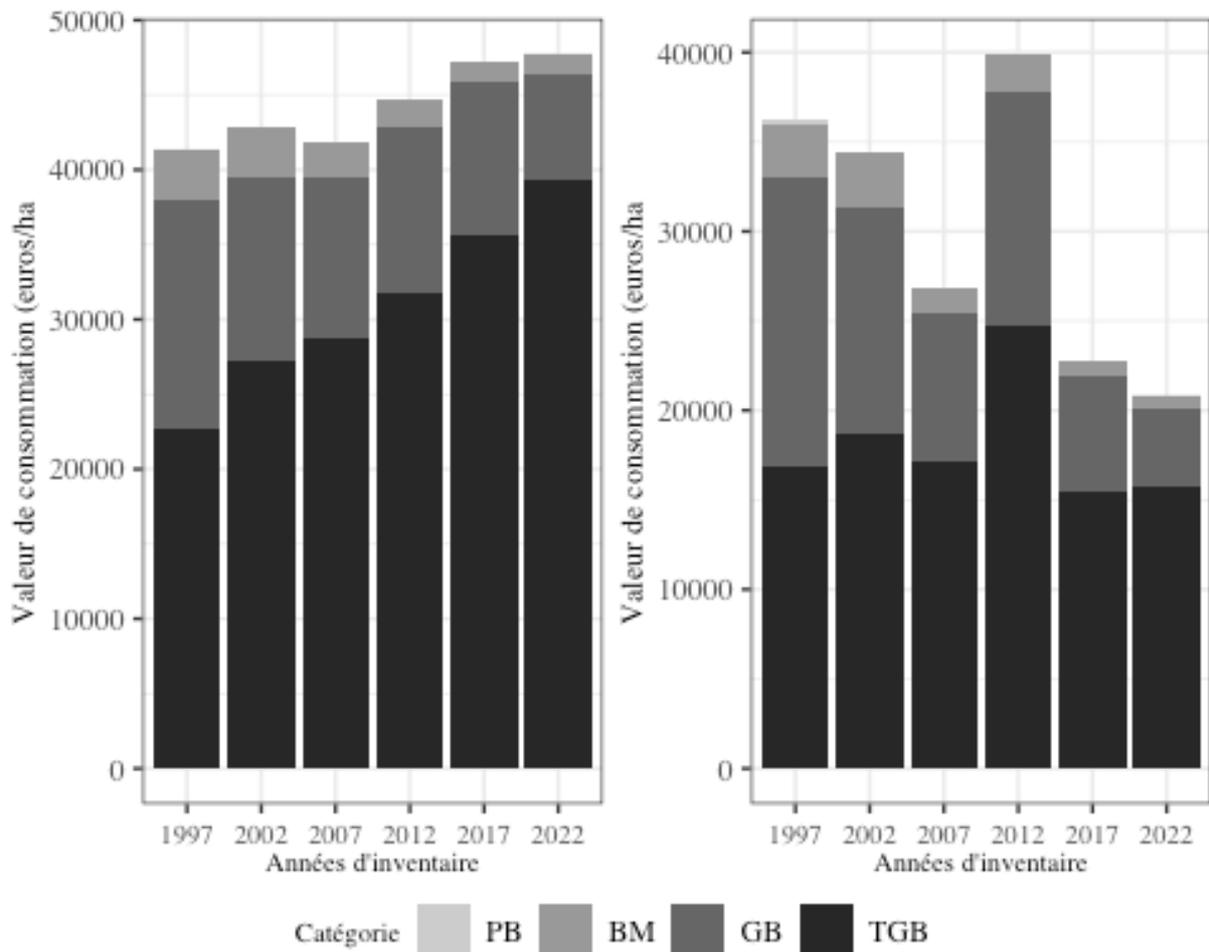
L’état de départ particulier du dispositif n°16 explique en partie les recettes liées aux coupes de bois. 5 coupes ont été faites en 25 ans pour décapitaliser ce dispositif qui ont combiné à la fois la récolte de gros bois et très gros bois de douglas et l’amélioration des meilleures tiges. Les taux de prélèvement en volume sont restés entre 13 et 17 %.

Le dispositif n°49 a eu 3 coupes en 15 ans de suivi qui a décapitalisé le peuplement et a visé des arbres de qualité moyenne à médiocre. Les taux de prélèvement ont été respectivement de 20 %, 13 % et 11 %.

Les dispositifs n°62 et n°74 ont également subi 3 interventions sur leur période de suivi dont une récolte de gros bois et très gros bois de qualité moyenne à médiocre pour le dispositif n°74.

Des évènements exceptionnels peuvent également venir augmenter les recettes, comme la récolte de chablis par exemple.

### Evolution du capital



La figure ci-dessus permet d'illustrer pour le dispositif n°16, l'évolution du capital valeur.

Celui-ci est appréhendé par deux variables :

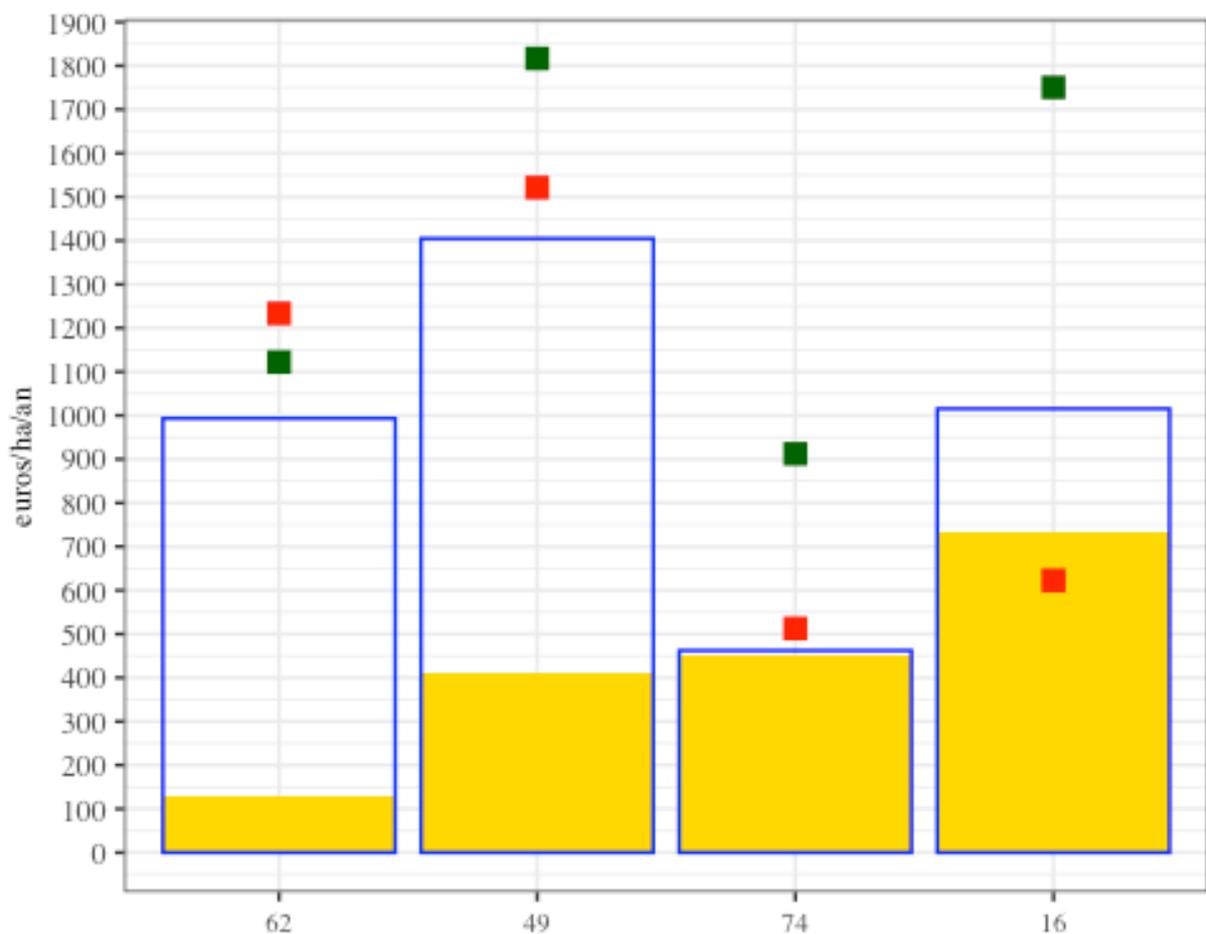
- La valeur de consommation qui correspond à la valeur marchande immédiate du peuplement, pour les bois qui ont une valeur marchande sur le marché.
- La valeur potentielle qui intègre les perspectives de recettes futures pour les arbres qui n'ont pas encore de valeur sur le marché et/ou qui sont encore dans des phases d'augmentation de leur valeur car ils n'ont pas atteint l'optimum en diamètre attendu pour leur qualité. Cette valeur dépend de l'accroissement en diamètre d'un arbre (et donc en valeur) rapporté à un taux d'actualisation. Le taux d'actualisation utilisé à l'AFI est de 4 %.

Sur une majorité des dispositifs de douglas suivis par l'AFI, la valeur de consommation a augmenté, même pour des dispositifs dont le niveau de matériel sur pied a baissé. Ceci traduit donc bien des choix sylvicoles orientés vers l'amélioration de la qualité avant tout.

Certains dispositifs ont pu avoir entre deux inventaires, une légère baisse due à des évènements ponctuels (récolte de gros bois).

Sur l'exemple ci-dessus, la valeur de consommation du dispositif n°16 a augmenté sur les 25 ans de suivi malgré la décapitalisation suivie par le gestionnaire. Cela s'explique par la capitalisation progressive observée dans les très gros bois et par la progression de la qualité qui a doublé en 25 ans (de 25 % à 50 % de la surface terrière en individus précomptables ayant une bille de pied de 6 mètres en qualité A ou B). La valeur potentielle a plutôt diminué sur la période de suivi d'une part car le peuplement est dominé par les gros bois et très gros bois qui ont eu une valeur potentielle moindre qu'un bois moyen ou petit bois et d'autre part car les accroissements en diamètre ont diminué ces dernières années.

### Bilan économique global



La figure ci-dessus établit un bilan économique complet pour les dispositifs de douglas ayant au moins 20 ans de suivi économique (recettes et dépenses) par rapport à l'année de référence, 2021. Elle met en relation les résultats de l'évolution du capital sur pied avec ceux des flux financiers. L'évolution du capital basée sur l'analyse de la valeur de consommation et de la valeur potentielle est calculée sur la période de suivi du dispositif. Il peut donc y avoir des différences de période d'étude entre les flux financiers et le capital « forêt ». Les recettes intègrent les recettes bois, chasse, d'éventuelles subventions et d'autres recettes (graines, muguet, truffes...). Les dépenses intègrent l'ensemble des dépenses suivies par l'AFI classées en 8 catégories : dotations aux comptes d'amortissement, frais de gestion forestière, frais généraux, impôts, martelage, soins aux peuplements, entretien du capital et exploitation.

Les dispositifs sont classés par résultat net croissant :

- Les histogrammes en jaune représentent le résultat net du compte d'exploitation (recettes-dépenses) c'est-à-dire les flux financiers annuels (pour les dispositifs ayant au moins 20 ans de suivi).
- Les histogrammes encadrés en bleu représentent l'évolution de la valeur de consommation du capital sur pied durant toute la période de suivi.
- Le carré vert correspond au bilan économique global sur la période de suivi en termes de valeur de consommation (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).
- Le carré rouge correspond au bilan économique global en termes de valeur potentielle (somme du résultat net et de l'évolution de la valeur de consommation).

La majorité des peuplements de douglas ont leur valeur de consommation supérieure à la valeur potentielle sur la période de suivi. Cela s'explique notamment par la capitalisation observée dans ces dispositifs et principalement dans les gros bois/très gros bois souvent de belle qualité.

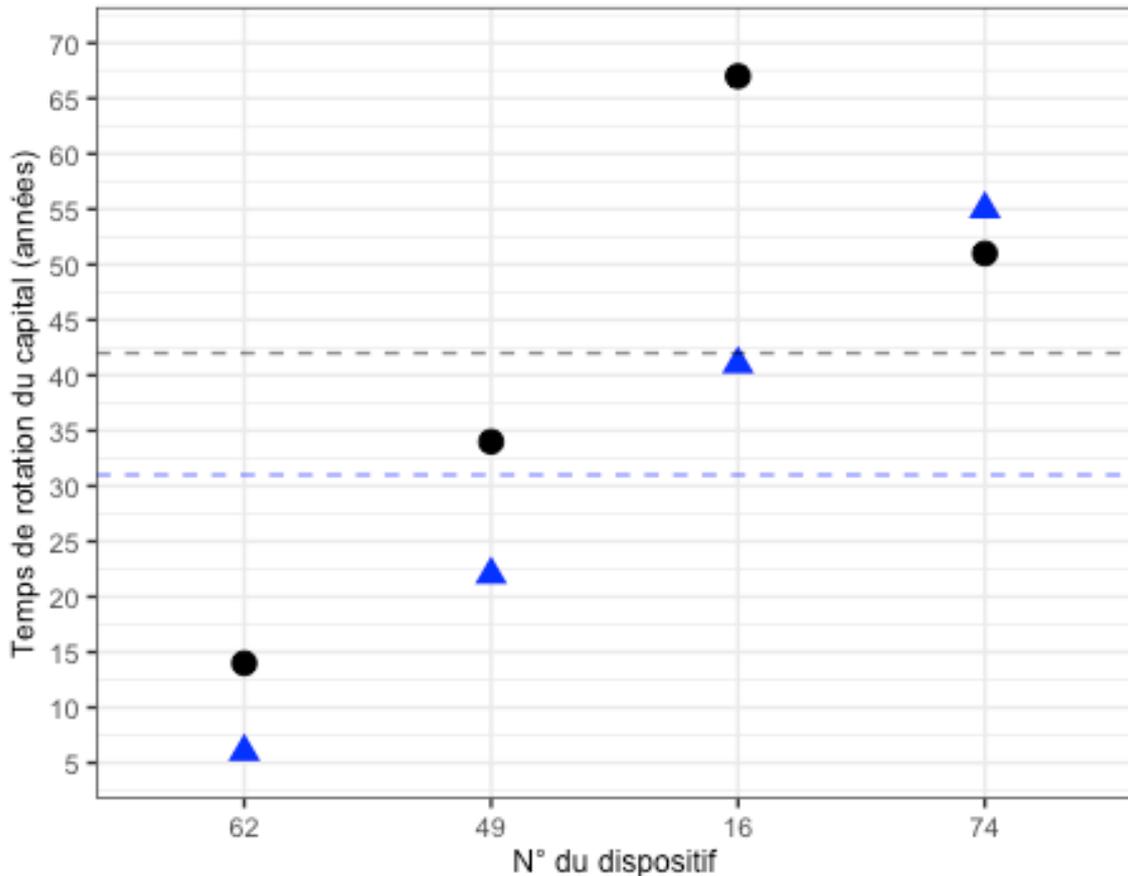
Bien que les dispositifs n°16 et n°49 aient eu plusieurs coupes de récolte de très gros bois et gros bois de douglas, l'évolution de la valeur de consommation est supérieure aux flux financiers. Les prélèvements en valeur ont été assez faibles au regard de ceux en volume. A l'inverse, pour le dispositif n°74 les coupes ont prélevé 172 % de l'accroissement en valeur afin de décapitaliser.

Le dispositif n°62 a sa valeur potentielle supérieure à sa valeur de consommation. Sa structure était dominée par les bois moyens au dernier inventaire avec 25 % de gros bois. La qualité en légère hausse et la capitalisation dans les bois moyens expliquent cette tendance.

---

## Rotation du capital

Le temps de retour du capital est un indicateur fondamental pour la compréhension d'une gestion en traitement irrégulier. Il permet d'apprécier l'évolution du capital, en volume ou en valeur. Le temps de retour (ou rotation) du capital argent, ou volume, correspond au nombre d'années nécessaires pour récupérer sous forme de revenu brut ou d'augmentation du capital sur pied, la valeur de consommation initiale du peuplement (ou le volume initial du peuplement). Il est d'autant plus favorable que ce temps est court. Il permet notamment de mesurer la vitesse de réaction potentielle de la forêt face aux éventuelles perturbations climatiques. Dans une certaine mesure, il permet de relativiser l'utilité de recourir à des transformations d'essences. Cet indicateur relativise grandement la notion de révolution et d'âge des peuplements.



Les temps de retour sont d'autant plus précis qu'ils sont calculés sur une période de suivi longue (i.e. avoisinant ces temps de retour). La figure ci-dessus présente les temps de retour en valeur (triangles bleus) et en volume (points noirs) calculés pour des peuplements de douglas ayant au moins 20 ans de suivi. Les lignes horizontales pointillées correspondent à la moyenne, tous dispositifs confondus.

Les temps de retour du capital volume sont compris entre 14 et 67 ans. Le dispositif n°62 possède un temps de retour de 14 ans qu'il faut mettre au regard de son capital initial (28.6 m<sup>2</sup>/ha) assez faible pour ce type de peuplement et ayant un accroissement en volume fort. Le temps de retour en volume le plus élevé est celui du dispositif n°16 qui avait une surface terrière initiale élevée (plus de 50 m<sup>2</sup>/ha).

Le temps de retour dépend beaucoup du point de départ du peuplement, en volume et en valeur. Il est également influencé par l'accroissement en volume ou en valeur du peuplement. Les temps de retour faibles correspondent à des peuplements où le capital initial des arbres précomptables était faible. Au contraire, les temps de retour les plus élevés se situent dans des peuplements où le capital initial était plus fort ou l'accroissement en volume est faible.

En valeur, ces temps de retour deviennent encore plus intéressants pour récupérer la valeur de consommation initiale.

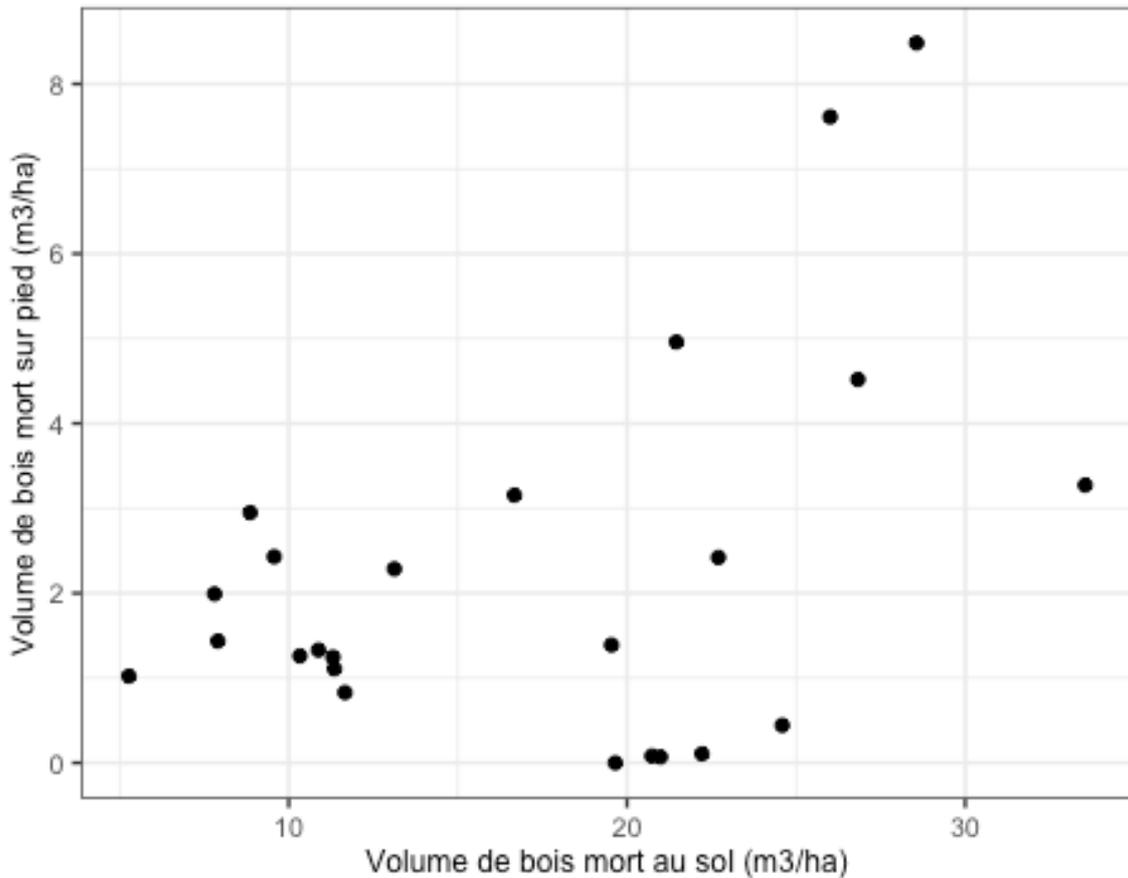
### Gestion du bois mort

La quantité de bois mort totale est relativement variable d'un peuplement à l'autre, de 6.3 à 33.6 m<sup>3</sup>/ha (données du dernier inventaire). Il s'agit du bois mort au sol et sur pied.

Dans la majorité des dispositifs, une grande partie de ce volume est constitué de bois mort au sol de petit diamètre (5 cm à 30 cm de diamètre). Le bois mort au sol de gros diamètre (supérieur à 30 cm) est en effet plus rare sur les dispositifs. Les grosses pièces de bois mort sont souvent issues, actuellement, d'évènements ponctuels exceptionnels (tempête, dépérissement).

L'essentiel du bois mort au sol est souvent constitué de billons de faible diamètre (5 à 20 cm de diamètre) issus des branches mortes des réserves ou de la mortalité du sous-étage. Les habitudes liées au traitement des rémanents après coupe influe fortement sur ce volume.

Si la quantité de bois mort est variable d'un peuplement à l'autre, la quantité de bois mort au sol est toujours supérieure à celle du bois mort sur pied. Les bois morts sur pied sont en effet parfois plus délicats à maintenir car ils engagent la responsabilité du propriétaire sur la sécurité des personnes travaillant ou circulant en forêt. Et il y a aussi des habitudes de « ramassage » des chablis ou des arbres dépérissants, tant qu'ils sont encore valorisables, qui peuvent expliquer la plus grande proportion de bois au sol. Enfin le bois mort reste plus longtemps au sol que debout, ce qui peut aussi expliquer cela.



La quantité de bois mort est davantage fonction de la gestion pratiquée et de la sensibilité du gestionnaire ou du propriétaire que du niveau de matériel sur pied ou de la composition du peuplement. Le maintien du bois mort reste en effet un choix, une décision sur le long terme.

Par ailleurs, le volume de bois mort total d'un peuplement rapporté au volume de bois total de celui-ci (vivant et mort) est un indicateur considéré par de nombreux naturalistes comme étant plus pertinent à suivre que la simple valeur absolue du volume de bois mort. Il est communément admis qu'un peuplement présente une quantité de bois mort significative pour le fonctionnement et la naturalité du peuplement si ce rapport est supérieur à 10 %.

Dans les dispositifs de douglas, ce rapport est plutôt faible et mériterait d'être augmenté (entre 2 à 6 %). Le volume de bois mort total intègre toutes les dimensions de 5 à plus de 30 cm de diamètre, que ce soit du bois au sol et sur pied.

---

## Dendromicrohabitats

Cette partie n'est pas bien prise en compte dans le suivi des dispositifs de douglas car la grille de notation des critères écologiques établie par l'AFI est principalement adaptée pour les feuillus.

# GESTION DES CHÊNES, HÊTRE ET DOUGLAS EN SYLVICULTURE MÉLANGÉE À COUVERT CONTINU

## SYNTHÈSE DES DISPOSITIFS AFI

Association Futaie Irrégulière

[askafor.eu](http://askafor.eu)



ASKAFOR



**Interreg**



Grande Région | Großregion

Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

