

Forêt irrégulière école du Parc national de forêts

Conversion des peuplements issus de taillis-sous-futaie en futaie irrégulière

Suivi de 20 ans de gestion
Inventaires par placettes permanentes

Massif du SIGFRA 1998-2019



SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE GESTION FORESTIERE
DE LA REGION D'AUBERIVE



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE
L'ALIMENTATION

AgroParisTech
talents d'une planète soutenable

Introduction

La gestion forestière est l'affaire d'un temps long, qui dépasse souvent la durée d'une génération d'hommes, voire de plusieurs. Elle s'inscrit cependant dans une logique de durabilité, qui suppose que les choix d'une génération ne mettent pas en danger les bénéfices que la suivante pourrait tirer de la forêt. C'est ainsi qu'apparaît le besoin de pouvoir, à tout instant, vérifier que la gestion appliquée permet bien de satisfaire les objectifs fixés à la forêt.

Le traitement irrégulier des forêts ne fait pas exception à cette nécessité d'un contrôle. Dans la mesure où les décisions de prélèvement des arbres sont prises « pied à pied », ce contrôle ne peut pas être basé sur une approche surfacique. Le contrôle des futaies irrégulières passe par l'observation chiffrée, c'est-à-dire l'inventaire. Historiquement, les futaies jardinées du Jura faisaient l'objet d'un suivi par inventaire en plein avant le martelage : c'est la « méthode du contrôle » développée par Adolphe Gurnaud au début du XX^{ème} siècle. Plus récemment, dans les années 90, l'Association Futaie Irrégulière a proposé une adaptation, une modernisation, de cette méthode : l'inventaire par placettes permanentes.

Comme son nom l'indique, l'inventaire par placettes permanentes est un inventaire statistique qui consiste à installer des points de mesures (« placettes ») dans la forêt, fixes dans l'espace et le temps (« permanentes »). Ainsi, d'une campagne à l'autre, quelques années plus tard, les mesures s'effectuent précisément aux mêmes endroits et les mêmes arbres sont mesurés. Cette méthode est mise en avant par les praticiens de la futaie irrégulière pour le supplément d'informations à laquelle elle permet d'accéder, par rapport aux méthodes traditionnelles (inventaire en plein ou statistique temporaire). En effet, elle a l'avantage de permettre la collecte de données et la production de résultats à deux échelles : celle du domaine d'inventaire (parcelle ou propriété) et celle de l'arbre. En outre, c'est une des rares méthodes d'inventaire permettant de connaître directement l'accroissement de la forêt, sans nécessité de données de prélèvement supplémentaires. Elle permet également d'accéder plus précisément à des variables économiques majeures pour éclairer les choix de gestion en futaie irrégulière.

L'inventaire par placettes permanentes est de fait en capacité de poursuivre parallèlement plusieurs objectifs, au bénéfice du propriétaire, du gestionnaire, mais également de la communauté forestière dans son ensemble :

- suivi de la sylviculture et contrôle de la gestion ;
- suivi économique à l'échelle de l'arbre ou du domaine d'inventaire ;
- amélioration des connaissances sur le fonctionnement de l'écosystème forestier.

Le massif forestier du Syndicat intercommunal de gestion forestière de la région d'Auberive est traité en futaie irrégulière depuis 1995 et bénéficie d'un réseau de placettes permanentes conséquent, remesurées trois fois depuis 1998. Ce présent rapport a pour objectif de présenter les résultats obtenus après trois campagnes de mesures entre 1998 et 2019. Il est établi dans le cadre du projet Forêt irrégulière école d'Auberive.

Table des matières

Introduction.....	2
Table des matières.....	3
1. Contexte d'étude.....	5
1.1. Forêt irrégulière école d'Auberive.....	5
1.2. Le massif du SIGFRA.....	5
1.2.1. Origine d'un syndicat intercommunal de gestion forestière.....	5
1.2.2. Contexte géographique et pédo-climatique.....	5
1.2.3. Historique de gestion.....	6
2. Objectifs du réseau de placettes permanentes.....	7
2.1. Suivi de 20 ans d'une forêt traitée en futaie irrégulière.....	7
2.1.1. Suivi dendrométrique.....	7
2.1.2. Suivi économique.....	7
2.2. Acquisition de nouvelles connaissances en lien avec les enjeux actuels de la gestion forestière ..	7
2.2.1. Suivi écologique.....	7
2.2.2. Suivi sanitaire.....	8
2.3. Constitution d'une base de données support d'études.....	8
3. Méthodologie.....	9
3.1. Protocole de mesures.....	9
3.1.1. Principes communs à la méthode des placettes permanentes.....	9
3.1.2. Protocoles de référence.....	9
3.1.3. Différences entre les campagnes d'inventaires.....	11
3.2. Echantillonnage.....	11
3.2.1. Organisation spatiale des placettes permanentes du SIGFRA.....	11
3.2.2. Cycles de mesures.....	12
3.2.3. Echantillonnage de la troisième campagne de mesures.....	12
4. Résultats.....	17
4.1. Peuplement précomptable.....	17
4.1.1. Capital.....	17
4.1.2. Structure des peuplements.....	19
4.1.3. Composition en essences.....	23
4.1.4. Qualité des bois.....	32
4.1.5. Accroissement du capital.....	39
4.1.6. Accroissement en diamètre.....	44
4.1.7. Etat sanitaire.....	51
4.2. Peuplement non-précomptable.....	53
4.2.1. Bilan général du peuplement non-précomptable.....	53

4.2.2. Variabilité stationnelle.....	53
4.2.3. Composition en essences.....	54
4.3. Perches.....	55
4.3.1. Bilan global des Perches.....	55
4.3.2. Composition.....	56
4.3.3. Qualité.....	57
4.3.4. Variabilité stationnelle.....	58
4.4. Bilan et évolution de la régénération.....	59
4.4.1. Régénération basse.....	59
4.4.2. Régénération > 50 cm.....	60
4.5. Bilan économique de la gestion.....	65
4.5.1. Valeurs du capital.....	65
4.5.2. Prélèvement et mortalité.....	71
4.6. Bilan écologique.....	76
4.6.1. Bois mort.....	76
4.6.2. Dendro-micro-habitats.....	79
5. Annexes.....	85
5.1. Annexe 1 Figures complémentaires.....	85
5.1.1. Composition et structure.....	85
5.2. Annexe 2 Tableaux de données.....	87
5.2.1. Capital par essence.....	87

1. Contexte d'étude

1.1. Forêt irrégulière école d'Auberive

La forêt irrégulière école d'Auberive est un projet multi-partenarial d'acteurs de la filière forêt-bois, entamé en décembre 2017 et qui vise à :

- développer les connaissances sur le traitement irrégulier des forêts ;
- organiser le transfert de ces connaissances vers les praticiens forestiers ainsi que vers des publics non-spécialistes.

Les partenaires de la Forêt irrégulière école d'Auberive — au moment de l'écriture de ce rapport — sont :

- le Parc national de forêts,
- le Syndicat intercommunal de gestion forestière de la région d'Auberive (SIGFRA),
- l'Office national des forêts (ONF),
- le Centre national de la propriété forestière (CNPFF),
- AgroParisTech,
- Pro Silva France, chef de file.

Le projet est soutenu par l'Union régionale des Communes forestières du Grand Est. Il a reçu l'appui financier du Ministère en charge des forêts.

Le massif forestier du SIGFRA constitue le « Forest Lab » de la Forêt irrégulière école. Ce « Forest Lab » a pour objectif de concentrer les études sur des thématiques diverses, afin d'être en capacité de réaliser des analyses croisées.

En 2018 et 2019, la remesure des placettes permanentes du SIGFRA s'est réalisée dans le cadre de la Forêt irrégulière école d'Auberive, afin d'apporter des éléments de connaissance supplémentaires sur la conversion en futaie irrégulière des peuplements issus de taillis-sous-futaie de plateaux calcaires.

1.2. Le massif du SIGFRA

1.2.1. Origine d'un syndicat intercommunal de gestion forestière

Le SIGFRA a été fondée en 1973. Il est aujourd'hui constitué de 27 communes, dont la gestion forestière est mutualisée sur plus de 8000 ha. L'objectif de la création de ce Syndicat était, entre autres, de favoriser les investissements dans les communes propriétaires de petites forêts, au bénéfice global du territoire.

1.2.2. Contexte géographique et pédo-climatique

Le massif forestier du SIGFRA est situé au Sud de la Haute-Marne, dans la région naturelle du Plateau de Langres, et inclus en totalité dans la sylvo-éco-région des plateaux calcaires du Nord-Est (C20 dans la codification IFN-IGN). La pluviométrie est d'environ 900 mm/an, habituellement bien répartis dans l'année, bien que des fortes incertitudes émergent quant à l'évolution de cette répartition à l'avenir. La température moyenne est d'environ 10 °C. Le massif se situe en tête de bassin versant de l'Aube, de l'Aujon, un de ses affluents, et de la Tille, affluent de la Saône. Il est sillonné par un chevelu hydrographique important (plus de 300 km de cours d'eau) et par un relief « accidenté » pour une zone de plaine, avec environ un tiers des forêts en zone de pente.

La dissolution du substrat calcaire par les eaux de pluie forme des sols peu profonds, constitués d'argiles de décarbonatation. De manière générale, ces sols sont riches en éléments nutritifs, mais leur faible réserve utile limite leur fertilité. Les plateaux calcaires se caractérisent cependant par leur forte variabilité stationnelle, même en l'absence de marqueur topographique, du fait du degré de fissuration fluctuant de la roche mère. D'autres formations rocheuses affleurantes peuvent être rencontrées localement : marnes, alluvions plus récentes.

La multiplicité des situations topographique et les caractéristiques des sols favorisent naturellement une grande diversité d'espèces feuillues.

1.2.3. Historique de gestion

Les peuplements du SIGFRA sont l'héritage d'un traitement en taillis-sous-futaie. Cette méthode de gestion permettait de produire à la fois du bois d'œuvre et d'approvisionner l'industrie en bois ou charbon de bois, pour l'énergie. Le taillis-sous-futaie a été progressivement abandonné dans la deuxième moitié du siècle, pendant laquelle les interventions sylvicoles ont été rares, entraînant de fait une phase de capitalisation des peuplements.

A la fin des années 80, l'aménagement prévoit la conversion de ces peuplements issus de taillis-sous-futaie en futaie régulière. La futaie régulière repose sur un équilibre de classes d'âge par surface et suppose donc la régénération progressive des parcelles. Les forêts alentours, notamment la forêt domaniale d'Auberive, suivaient le même processus.

Les coupes définitives engendrent alors des mécontentements parmi la population, soutenue par les élus du SIGFRA, qui questionnent leur impact paysager et économique, considérant les sacrifices d'exploitabilité inévitables lors de la récolte des peuplements mélangés issus de taillis-sous-futaie, et demandent l'abandon de ce système.

L'ONF propose en conséquence un traitement irrégulier sur l'ensemble des peuplements issus de taillis-sous-futaie au sein du SIGFRA, qui est adopté par le syndicat. Les premières coupes de futaie irrégulière commencent en 1995.

En 1998, des premiers réseaux de placettes permanentes sont installés dans plusieurs secteurs de la forêt, et complétés en 1999 et 2000. Au total, ce sont près de 1350 placettes permanentes qui ont été mises en place, le réseau complet pouvant être divisé en 9 sous-réseaux. Le réseau complet couvre 4000 ha de forêts. L'installation de ce dispositif a bénéficié d'une aide financière du Ministère en charge des forêts.

La seconde campagne de mesures a débuté en 2007 et s'est échelonnée, sous-réseau par sous-réseau, jusqu'en 2014. Elle n'a pas couvert l'ensemble du dispositif : seuls 7 réseaux, soit Y placettes sur X ha, font l'objet de ce second passage.

La troisième campagne de mesure s'est effectuée entre 2018 et 2019, coordonnée par Pro Silva et l'ONF dans le cadre du projet Forêt irrégulière école d'Auberive.

2. Objectifs du réseau de placettes permanentes

Lors de sa mise en place, le réseau de placettes permanentes avait pour objectif de suivre l'évolution sylvicole et économique des peuplements. L'apport de moyens supplémentaires grâce au projet Forêt irrégulière école a permis d'étendre ses ambitions.

2.1. Suivi de 20 ans d'une forêt traitée en futaie irrégulière

2.1.1. Suivi dendrométrique

A partir d'une situation initiale, ici celle de peuplements issus de taillis-sous-futaie, le traitement irrégulier doit amener le peuplement vers un état supposé équilibré en matière de :

- Niveau de matériel sur pied ou capital,
- Répartition des classes de diamètres ou structure,
- Composition en essence,
- Etat de la régénération (perches et semis).

Ce contrôle sylvicole est essentiel au gestionnaire pour s'assurer que le peuplement est sur la bonne « trajectoire » et de mesurer la vitesse des évolutions en cours (accroissements et flux). La conversion d'un ancien taillis-sous-futaie en futaie irrégulière n'est pas un processus linéaire et l'évolution du peuplement s'accompagne d'une évolution des pratiques sylvicoles. Le suivi périodique par placettes permanentes permet d'orienter les choix de gestion au bon moment.

Ce suivi est aussi un outil de dialogue, avec les propriétaires — c'est-à-dire les élus du SIGFRA — et les autres usagers de la forêt.

Le suivi d'une grande propriété, gérée en irrégulier depuis plus de 20 ans, a également pour objectif, dans le cadre de la Forêt irrégulière école d'Auberive, d'apporter des connaissances profitables à l'ensemble des acteurs de la filière forêt-bois:

- sur la chronologie d'une conversion en futaie irrégulière de peuplements issus de taillis-sous-futaie ;
- sur la technique de conversion, ses points forts, ses points faibles ;
- sur le comportement des essences, dans une forêt mélangée sur plateaux calcaires.

2.1.2. Suivi économique

La conversion des peuplements issus de taillis-sous-futaie en futaie irrégulière a pour objectif d'éviter les sacrifices d'exploitabilité et repose sur l'amélioration continue du capital en valeur, par l'augmentation de la part de bois de qualité.

Le réseau de placettes permanentes permet de contrôler l'évolution de la qualité des peuplements, et d'en déduire les effets et implications sur le patrimoine financier de la propriété. Le suivi économique donne la possibilité de savoir où se situe la valeur de la forêt, actuelle et future. Il aide le gestionnaire à optimiser le rendement économique de chaque arbre et le propriétaire à définir ses objectifs en la matière.

2.2. Acquisition de nouvelles connaissances en lien avec les enjeux actuels de la gestion forestière

2.2.1. Suivi écologique

Le suivi de la biodiversité forestière est une information de plus en plus indispensable au gestionnaire forestier, qui répond d'une part à l'évolution des connaissances et donc des enjeux sur le fonctionnement de l'écosystème et sa « valeur », d'autre part à une implication croissante de la société dans les orientations de gestion, jusque-là dévolues aux spécialistes.

En outre, le massif du SIGFRA est situé en totalité dans le Parc national de forêt, nouvellement créé en novembre 2019, et en partie en zone de cœur. L'évaluation de la Charte du Parc national qui aura lieu après 15 ans s'intéressera de près à qualifier l'amélioration de l'état de conservation de la biodiversité forestière du territoire.

Il est donc apparu indispensable d'obtenir dès que possible des données à « l'état 0 » sur le patrimoine naturel des forêts du SIGFRA. Les placettes permanentes offrent la possibilité de mesurer quantitativement certains indicateurs de l'état de conservation écologique des forêts.

2.2.2. Suivi sanitaire

D'après les connaissances scientifiques actuelles, le changement climatique présente un risque pour la santé de certaines essences, ou en tout cas certains individus de certaines essences, selon les contextes stationnels. Sur plateaux calcaires, le Hêtre, le Chêne pédonculé et, dans une moindre mesure, le Chêne sessile pourraient être directement concernés. Cependant, ces projections souffrent de fortes incertitudes, liées d'une part à la variabilité des modèles climatiques en eux-mêmes et d'autre part à la méconnaissance de la réaction des essences, voire des individus. Il est par exemple envisageable qu'un certain d'individus d'une espèce endurent des dépérissements, sans que l'espèce en elle-même soit menacée.

Les placettes permanentes sont une opportunité de mesurer un « état 0 » de l'état sanitaire des arbres pour pouvoir quantifier leur évolution dans le temps et mieux comprendre les effets du changement climatique.

En outre, sur le SIGFRA, il est attendu qu'une analyse sanitaire approfondie fournisse des éléments de compréhension supplémentaires quant à la croissance individuelle des arbres, notamment des chênes, dont il a été montré qu'elle était étonnamment faible pour un grand nombre d'individus.

2.3. Constitution d'une base de données support d'études

Un réseau de placettes permanentes constitue une base de données intéressante au-delà du suivi des peuplements dans le cadre de la gestion forestière. En particulier, le maillage de la forêt par des points d'inventaire fixes, où des variables sont connues depuis 20 ans à l'échelle de l'arbre et du peuplement, possède intrinsèquement un potentiel remarquable pour réaliser des études complémentaires s'appuyant sur ces données. Ce potentiel est d'autant plus intéressant que le réseau est conséquent.

Dans le cadre de la Forêt irrégulière école, la mise à disposition d'un support d'études inédit, pour les chercheurs en sciences forestières, est donc un objectif transversal du réseau de placettes permanentes du SIGFRA. Les informations récoltées sur le Forest Lab ont vocation à permettre l'exploitation scientifique additionnelle du dispositif.

Cet objectif s'est illustré concrètement par la réalisation d'une étude sur les chiroptères par les réseaux naturalistes de l'ONF sur le SIGFRA.

3. Méthodologie

3.1. Protocole de mesures

Le protocole de mesures d'une troisième campagne d'inventaire est tributaire des choix anciens. S'il est déconseillé de modifier un protocole déjà mis en place, il est en revanche possible d'ajouter des mesures.

Cette partie synthétise les principaux choix de protocole effectués, sans en détailler forcément tout le contenu. Les protocoles de référence dont il sera question dans cette partie (AFI, PSDRF, DEPERIS) sont publics. Le protocole mis en œuvre sur le SIGFRA est annexé à ce rapport.

3.1.1. Principes communs à la méthode des placettes permanentes

Les placettes permanentes correspondent à des points d'inventaire fixes dans l'espace, matérialisés par une borne ou un fer à béton enfoncé dans le sol (cas du SIGFRA). L'objectif est de pouvoir remesurer les mêmes arbres (accès à une donnée de croissance individuelle) et éventuellement de constater des apparitions ou disparitions d'individus, permettant ainsi de quantifier les flux.

Pour cela, il est nécessaire que les arbres soient reconnus : en placettes permanentes, une partie des tiges (tous les individus adultes et généralement plus) sont positionnées en azimuth-distance par rapport au centre de la placette. Ces tiges « connues » sont mesurées individuellement.

3.1.2. Protocoles de référence

3.1.2.1. Un protocole de référence pour le suivi dendrométrique : AFI

3.1.2.1.1. Les principes généraux du protocole AFI

Le protocole établi en 1998 pour l'installation des placettes permanentes du SIGFRA est basé sur celui déposé par l'Association Futaie Irrégulière (AFI). Par rapport à sa version actuelle, à cet époque le protocole AFI ne prévoyait pas de mesures du bois mort ou des dendromicrohabitats.

Formellement, sur une « placette », on distingue 3 compartiments mesurés séparément :

- les individus de plus de 17,5 cm de diamètre compris (« précomptables ») par inventaire à angle fixe de 2% ;
- les individus dont le diamètre est compris entre 7,5 cm compris et 17,5 cm non-compris de diamètre (« non-précomptable ») par inventaire à surface fixe de 10 m de rayon, avec distinction entre les « perches » et le « taillis » ;
- les individus de moins de 7,5 cm (« régénération ») par inventaire à surface fixe, sous la forme de trois sous-placettes de 1,5 m de rayon.

Les tiges « précomptables » et les « perches » sont suivies individuellement. Le taillis est mesuré à l'échelle de la placette seulement. La régénération est mesurée à l'échelle de la sous-placette.

3.1.2.1.2. Modifications apportées par rapport au protocole AFI

Les modifications présentes dès l'origine par rapport au protocole AFI sont les suivantes.

- L'extension des houppiers ne fait pas l'objet d'une mesure quantifiée. A la place, une note d'extension est donnée.
- Des notes de statut de dominance et de santé ont été ajoutés pour une partie des relevés.
- La qualité est estimée d'après les grilles de notation de l'Office national des forêts.

- La distinction perche / taillis est laissée à l'appréciation de l'opérateur. Dans le protocole AFI, cette distinction est fonction de la distance entre les tiges... mais la liberté est laissée à l'opérateur de s'en extraire.
- Les classes de régénération sont distinguées seulement en fonction de la hauteur, et pas du diamètre (moins de 50 cm, entre 50 cm et 1,5 m, entre 1,5 m et 3 m, plus de 3 m).

3.1.2.2. Un protocole pour le suivi des indicateurs écologiques : PSDRF

3.1.2.2.1. Indicateurs écologiques pour les réserves forestières

Le suivi écologique a été nouvellement mis en place pour la campagne de 2018-2019, de façon à être compatible avec le protocole de suivi dendrométrique des réserves forestières (PSDRF).

Le PSDRF est un protocole développé par AgroParisTech, l'Irstea (actuel INRAE), l'ONF et Réserves Naturelles de France (RNF) pour le suivi quantifié de réserves forestières. Il s'agit d'un inventaire par placettes permanentes.

En complément des relevés sylvicoles « habituels » (surface terrière, composition, etc.), cette méthode s'attache à décrire deux compartiments essentiels pour la biodiversité forestière, qui ont donc été repris pour la troisième campagne d'inventaire du SIGFRA :

- la présence de bois mort, sur pied ou au sol et de différentes dimensions, souches et rémanents compris ;
- le nombre et la qualité des dendro-micro-habitats. A noter cependant que à l'échelle d'un arbre, le nombre de répétitions d'un micro-habitat d'un même type n'est pas relevé, à la différence du PSDRF.

Il s'agit d'une approche indirecte, qui mesure plus la capacité d'accueil du milieu que la biodiversité elle-même. Cette approche par indicateurs est indispensable : en effet, les études naturalistes sont très coûteuses, se focalise sur un seul ou quelques taxons, et nécessitent l'intervention de spécialistes, rendant impossible le diagnostic de grandes étendues forestières.

Cette approche est également celle développée dans à travers l'Indice de biodiversité potentielle (IBP), mis en place par le CNPF et l'INRA (actuel INRAE). Les relevés du PSDRF permettent en grande partie de retrouver l'IBP sur chaque placette.

3.1.2.2.2. Remarques sur la compatibilité des protocoles

Le type de placette varie légèrement entre le protocole AFI et le PSDRF (angle fixe de 3 % dans ce dernier), mais ils donnent accès aux mêmes variables. En outre, il est possible de « dégrader » l'angle de 2 % en angle de 3 % pour obtenir des résultats avec le même échantillonnage.

Les variables écologiques sont prises suivant le protocole du PSDRF. Dans le protocole du SIGFRA, il a été proposé de suivre, en plus des arbres morts dans un rayon de 20 m, l'évolution des bois morts sur pied qui entrent dans l'angle fixe : en effet, pour un coût modeste (les arbres morts sont a priori déjà connus de leur vivant), cela permet d'augmenter la population d'arbres suivis tout au long de leur cycle de vie puis de dégradation. Cependant, cet aspect du protocole n'a pas été valorisé dans les calculs, qui ont été effectués sur la base de l'échantillonnage classique du PSDRF.

3.1.2.3. Mesure du dépérissement par le protocole DEPERIS

Une partie des arbres ont été qualifiés en termes de santé du houppier selon la méthode du protocole DEPERIS, publié par le DSF, qui à un arbre associe deux indicateurs :

- Mortalité des branches, qui relève la présence de rameaux morts dans le houppier ;
- Manque de ramification, qui relève la présence de lacunes dans l'architecture du houppier.

Ces indicateurs concernent le houppier « notable », c'est-à-dire à la lumière et qui n'est pas soumis à la concurrence d'un arbre voisin.

Le protocole DEPERIS peut s'utiliser en feuilles ou hors feuilles, mais une même série de relevés doit correspondre à une même période. Dans le cas du SIGFRA, les mesures ont été réalisées en feuille.

3.1.3. Différences entre les campagnes d'inventaires

Lors des deux premières campagnes d'inventaire, chaque tige précomptable recevait deux notes d'extension de houppier et de statut de dominance. Les critères d'attribution des notes sont mal définis dans les documents d'archive. Ces informations n'ont pas été reprises dans la troisième campagne.

Lors de la deuxième campagne, chaque tige précomptable recevait une note de santé. Cette note a été remplacée par celles du protocole DEPERIS lors de la troisième campagne.

La qualité des tiges est notée depuis le premier inventaire. Néanmoins, le développement de la vente en régie dans les années 2000, et par là de l'activité de cubage-classage des bois abattus, ainsi que l'évolution des grilles de notation de l'ONF incitent à penser que les critères de l'estimation de la qualité ont varié, en particulier entre la première et la seconde campagne. Au troisième inventaire, en cas de changement de qualité pour une tige connue, il a été mentionné s'il s'agissait d'un désaccord avec la notation précédente ou bien d'un événement extérieur manifeste ayant entraîné une modification de la qualité de la grume considérée.

Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les qualités ayant été mentionnées comme modifiées suite à un désaccord avec la notation précédente ont fait l'objet d'une correction.

Lors des deux premières campagnes d'inventaire, la régénération inférieure à 50 cm est relevée sous forme d'une note d'abondance de 1 à 3. Les critères d'attribution de cette note restent mal définis. Dans la troisième campagne, cette note est remplacée par une estimation du recouvrement, en pourcentage, ce qui permet de disposer d'une variable continue (ou à classes rapprochées).

3.2. Echantillonnage

3.2.1. Organisation spatiale des placettes permanentes du SIGFRA

Le réseau de placettes permanentes du SIGFRA est divisé en neuf sous-réseaux. Ces sous-réseaux sont organisés par massifs géographiques cohérents, mais ne correspondent pas — ou pas forcément — ni à des triages, ni à des communes. L'objectif du gestionnaire, à l'origine, était de pouvoir suivre indépendamment différents secteurs.

Chaque sous-réseau est composé d'environ 150 placettes permanentes disposées selon un maillage systématique. En revanche, la surface des sous-massifs identifiés étant variable, à l'échelle du SIGFRA l'échantillonnage ne peut pas être considéré comme systématique.

Les placettes permanentes couvrent essentiellement des peuplements issus de taillis-sous-futaie. Ponctuellement, des placettes ont été implantées dans d'autres types de peuplement.

1350 placettes ont été installées à partir de 1998. Le grand nombre de placettes installées au départ s'explique par la méconnaissance, à cette époque, des coefficients de variation dans ces peuplements et donc la volonté de ne pas risquer le sous-échantillonnage. Les placettes permanentes relevaient d'une technique émergente. Par ailleurs, la gestion en futaie irrégulière était également une innovation forte de la part du gestionnaire à propos de laquelle un certain nombre de doutes existaient.

3.2.2. Cycles de mesures

La distinction de plusieurs sous-réseaux de placettes permanentes est également liée à l'organisation du gestionnaire et à la mise en place progressive du suivi. La première campagne de mesures s'est répartie en 1998 et 2000. La seconde campagne de mesures a eu lieu entre 2007 et 2013. Enfin, la troisième campagne de mesures a été effectuée en 2018 et 2019. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des réseaux. Le nombre placettes affiché est le nombre de placettes mesurées total ; certaines placettes peuvent avoir été écartées de l'analyse de données.

Nom	Surface ha	Cycle 1		Cycle 2		Cycle 3	
		Année	Nb placettes	Année	Nb placettes	Année	Nb placettes
Perrogney	263,96	1999	158	2013	155	2019	117
Chalmessin-SteRuffine-Praslay	447,77	2001	149	-	-	2019	108
Voisines-Vauxbons	361,64	1999	152	-	-	2019	115
Poinsenot-Lamargelle	432,85	1998	160	2010	130	2019	117
Vivey	189,33	1999	156	2007	156	2018	127
Ternat-StLoup	406,38	1998	150	2008	150	2018	119
StLoup-Rochetaillée	688,74	1998	146	2008	146	2018	115
Vitry-Rochetaillée	478,45	1999	145	2010	145	2018	119
Colmier	695,62	1998	149	2009	150	2019	117

Le présent rapport s'intéresse à la période cycle 1 – cycle 3. La mesure du cycle 2 ne concerne pas le même domaine d'inventaire, ce qui rend délicat son utilisation pour rendre compte de l'évolution de l'ensemble du SIGFRA.

3.2.3. Echantillonnage de la troisième campagne de mesures

3.2.3.1. Objectifs et réflexions préalables

Le temps disponible pour la réalisation des mesures ne permet pas d'appliquer le protocole complet sur l'ensemble des placettes, soit la base dendrométrique historique à laquelle s'ajoutent les relevés sanitaires et environnementaux.

Un échantillonnage particulier est donc nécessaire, tenant compte des enjeux suivants :

- Conserver le suivi sylvicole et économique à la fois à l'échelle de la forêt entière et des sous-massifs ;
- Initier le suivi écologique à l'échelle de la forêt entière ;
- Permettre le suivi sanitaire à l'échelle de la forêt des essences principales ;
- Constituer une base de données qui valorise les données capitalisées depuis 20 ans, et soit utilisable par ailleurs dans le cadre d'études techniques ou scientifiques.

Par ailleurs, le nombre de placettes installées au premier cycle est largement suffisant pour assurer la précision statistique de l'inventaire. A titre d'exemple, le tableau suivant montre le nombre théorique de placettes nécessaire à différentes échelles, compte tenu des coefficients de variation calculés au premier inventaire. Conformément à l'usage, le capital en surface terrière est pris comme variable de référence pour la précision statistique de l'inventaire.

Echelle	Variable	Coefficient de variation	Nombre de placettes théorique 5%	10 %
SIGFRA	Surface terrière	30 %	139	35
Sous-réseau n°1 (150 placettes)	Surface terrière	28 %	121	31
SIGFRA	Surface terrière de Chênes	59 %	535	134

Sous-réseau n°1 (150 placettes)	Surface terrière de Chênes	51 %	400	100
------------------------------------	-------------------------------	------	-----	-----

Enfin, une réflexion sur le coût des relevés prévus dans le protocole, issues des documents de référence de ces protocoles ainsi que de communications personnelles d'opérateurs les ayant appliqués, conduit à penser que :

- La non-répétition du protocole d'origine, en tout cas pour les mesures dendrométriques, serait dommageable à la qualité du suivi initié 20 ans auparavant.
- Le suivi du bois mort sur pied et du gros bois mort au sol, selon les définitions du PSDRF (seuil à 30 cm) n'entraîne pas un surcoût énorme en termes de temps de mesure. En effet, il s'agit d'éléments relativement rares. Le gros bois mort est en revanche une donnée capitale pour l'évaluation environnementale de la forêt. Sa répartition probablement inégale laisse supposer qu'un nombre de placettes conséquent est nécessaire pour obtenir une précision statistique satisfaisante. A noter que les recommandations du PSDRF (environ 300 placettes) sont basées sur le contrôle statistique du capital en surface terrière, pas du volume de bois mort.
- Le suivi du petit bois mort au sol, qui passe par la réalisation de transects sur chaque placette, est quant à lui jugé plus coûteux. Son rôle écologique, notamment vis-à-vis des espèces saproxyliques, est moindre, bien que certain.
- Le recensement des dendro-micro-habitats est très coûteux. Cette donnée est cependant rare à l'échelle d'une forêt gérée. Certains micro-habitats sont fréquents, d'autres extrêmement rares.
- Le protocole DEPERIS est relativement long à appliquer (il est nécessaire de s'éloigner de l'arbre évalué). La variabilité de cette mesure est inconnue. Son apport est surtout attendu pour disposer d'une variable d'explication supplémentaire sur la croissance des chênes et avoir une idée de l'état sanitaire des hêtres. Par ailleurs, ce protocole ne s'applique pas aux individus dominés, ce qui est plus souvent le cas des essences minoritaires.

Le tableau suivant récapitule les rapport coûts/bénéfices estimés a priori, pour différents compartiments :

Valeur ajoutée Coût	Faible	Moyenne	Forte
Peu coûteux		Petit bois mort sur pied	Gros bois mort sur pied
Moyennement coûteux	Etat sanitaire du houppier des essences minoritaires	Petit bois mort au sol	Protocole dendrométrique d'origine* Gros bois mort au sol Etat sanitaire du houppier des essences dominantes (Chênes et Hêtre)
Très coûteux			Dendro-micro-habitats

3.2.3.2. Choix d'échantillonnages

3.2.3.2.1. Sélection de placettes

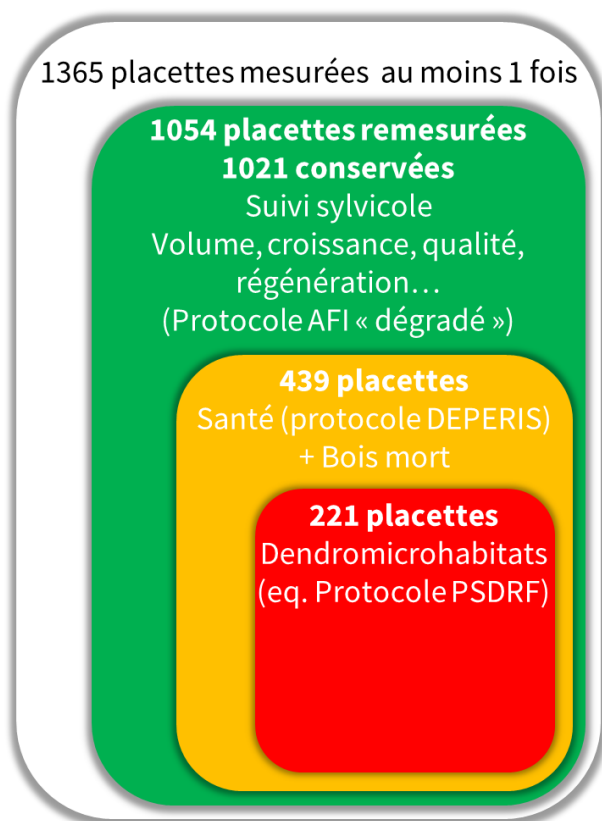
Sur la base des 1350 placettes mesurées au premier cycle, 1054 ont été conservées pour la remesure de cette campagne de troisième cycle. Cela correspond à environ 115 placettes par sous-réseau.

La sélection des placettes est faite de manière systématique, à l'échelle de chaque sous-réseau. Il est ainsi considéré qu'à l'échelle d'un sous-réseau, l'échantillonnage reste systématique : toutes les placettes ont un poids égal, « elles représentent la même surface de forêt ».

Comme le montre le tableau précédent, ce nombre de placettes est satisfaisant pour espérer conserver une bonne précision statistique. Cet échantillonnage permet donc de garder la même double-représentativité du réseau que lors du premier cycle de mesures : échelles forêt et sous-massif.

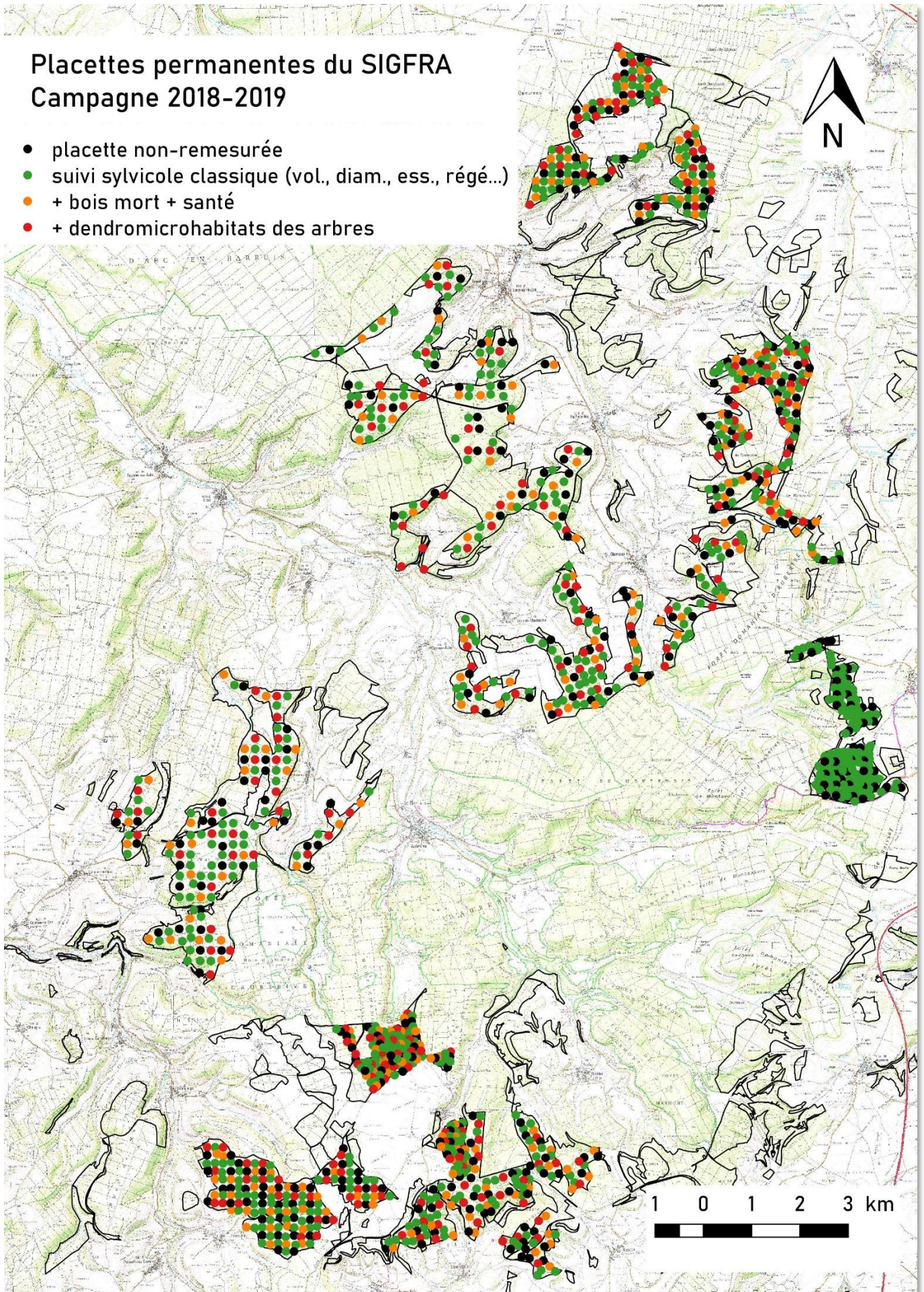
3.2.3.2.2. Protocole à plusieurs niveaux imbriqués

Le nombre de placettes sélectionnées demeure trop important pour pouvoir appliquer le protocole complet. La stratégie adoptée consiste à appliquer un protocole à géométrie variable selon les placettes, avec un échantillonnage « en poupées russes ». Le schéma et la carte ci-dessous résument les choix d'échantillonnage. La fiche de protocole est présentée ci-après.



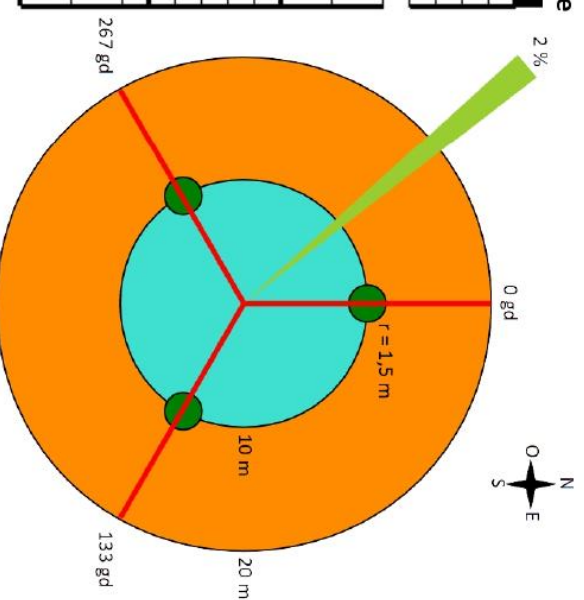
Placettes permanentes du SIGFRA Campagne 2018-2019

- placette non-remesurée
- suivi sylvicole classique (vol., diam., ess., régé...)
- + bois mort + santé
- + dendromicrohabitats des arbres



Forêt irrégulière école d'Auberive
Remesure du réseau de placettes permanentes 2018-2019 — Protocole

Élément relevé		Type de placette	Conditions sur l'arbre
Arbres vivants		Inventaire à angle fixe (2%)	$\varnothing \geq 17,5$ cm
Arbres morts sur pied hors souches		Rayon de 20 m	$\varnothing \geq 30$ cm
Perches		Rayon de 10 m	$12,5$ cm $\leq \varnothing < 17,5$ cm
Taillis		Rayon de 10 m	$7,5$ cm $\leq \varnothing < 17,5$ cm
Niveau 1 « Verte » « Classique »		Distinction perches/tailis : à partir de 12,5 cm, à la qualité	
Régénération (semis)		3 sous-placettes de rayon 1,5 m à 0°, 133° et 267° grad et à 10 m	$\varnothing < 7,5$ cm
Dépeissement		Rayon de 10 m	Chêne et Hêtre GB ($\varnothing \geq 47,5$ cm)
Niveau 2 « Orange » « DEPERIS + Bois mort »		Idem +	
Grosses souches		Rayon de 20 m	$\varnothing \geq 30$ cm
Petits arbres morts sur pied, dont souches		Rayon de 10 m	$7,5 \leq \varnothing < 30$ cm
Gros bois mort au sol		Rayon de 20 m	$\varnothing \geq 30$ cm
Dépeissement		Rayon de 10 m	Chêne et Hêtre, tous diamètres
Niveau 3 « Rouge » « DEPERIS + PSDRF complet »		Idem +	
Petit bois mort au sol		3 transects de 20 m à 0°, 133° et 267° grad	$5 \leq \varnothing < 30$ cm
Dendromicrohabitats		Arbres vivants et morts sur pied (hors souches)	



Sur la feuille « Arbres » (avec liste du passage précédent), sont notés à la fois les arbres vivants dont les perches, et le bois mort sur pied, petit ou gros, dont les souches. Le taillis, la régénération et le bois mort au sol (gros et petit) font l'objet de tableaux dans la seconde fiche de saisie

Libellés « coupe »	Code « coupe »
Nouvel arbre vivant	PF
Exploité	E
Chablis	C
Inexplicitement absent	ABS

/!\ Report possible Bois mort au sol

Type	Code « type »
Squelette entier	A
Volis $\geq 1,30$ m ou chandelle	C
Souche coupée	SA
Souche naturelle	SN

/!\ souche déracinée = bois mort au sol

Classe de semis	Hauteur	Mesure
0 (semis)	< 50 cm	%
1	50 cm $\leq H < 1,5$ m	nombre
2	$1,5$ m $\leq H < 3$ m	
3	$H \geq 3$ m (et diam $< 7,5$)	

DEPERIS = 2 notes Mortalité de rameaux + Transparence du houppier	
Note	% indicatif
0	0 à 5
1	6 à 25
2	26 à 50
3	51 à 75
4	76 à 95
5	96 à 100

Stade de décomposition = 2 notes	
Ecorce	Pourriture du bois
1 Présente sur toute la surface	1 Dur ou non altéré
2 Présente sur plus de 50 % de la surface	2 Pourriture $< 1/4$ du diamètre
3 Présente sur moins de 50 % de la surface	3 Pourriture entre $1/4$ et $1/2$ du diamètre
4 Absente	4 Pourriture entre $1/2$ et $3/4$ du diamètre
	5 Pourriture supérieur à $3/4$ du diamètre

4. Résultats

4.1. Peuplement précomptable

4.1.1. Capital

4.1.1.1. Bilan du capital sur pied

Le *Tableau 1* présente les principaux résultats quantifiant le niveau de matériel sur pied précomptable. La surface terrière non-précomptable est ajoutée à titre indicatif. Les résultats sur le capital non-précomptable sont traités dans le paragraphe 4.2.

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Erreur à 5 % %	Coefficient de variation %	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>	Surface terrière non-précomptable <i>m²/ha</i>
Cycle 1	16,0 ± 0,3	1,7	30,7	169,7 ± 3,1	209,7 ± 4,6	4,1 ± 0,2
Cycle 3	17,0 ± 0,3	1,5	25,2	187,4 ± 3,1	194,1 ± 4,8	2,3 ± 0,1

Tableau 1 – Capital sur pied

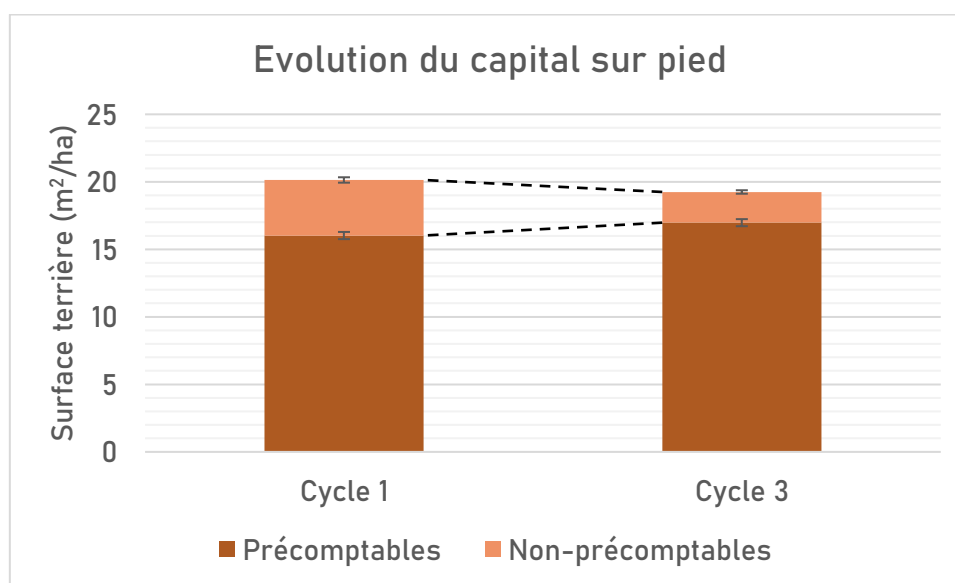


Figure 1 – Evolution du capital sur pied (G)

Commentaire sylvicole

Les niveaux de surface terrière aux objectifs du gestionnaire qui sont de maintenir un capital précomptable entre 14 et 18 m²/ha, accompagné d'un capital non-précomptable de 1 à 2 m²/ha. L'évolution du capital pendant les 20 premières années de conversion reflète l'effort de décapitalisation progressive du taillis, tout en maîtrisant le capital précomptable.

La diminution du coefficient de variation signifie que le niveau de capital est mieux réparti dans la forêt, ce qui correspond bien à la gestion du capital attendue en traitement irrégulier.

4.1.1.2. Evolution du capital par périodes

La *Figure 2* présente l'évolution du capital précomptable par sous-réseaux. Cette représentation permet de valoriser les résultats de la seconde campagne d'inventaire, réalisée entre 2007 et 2013 pour sept des neuf sous-réseaux.

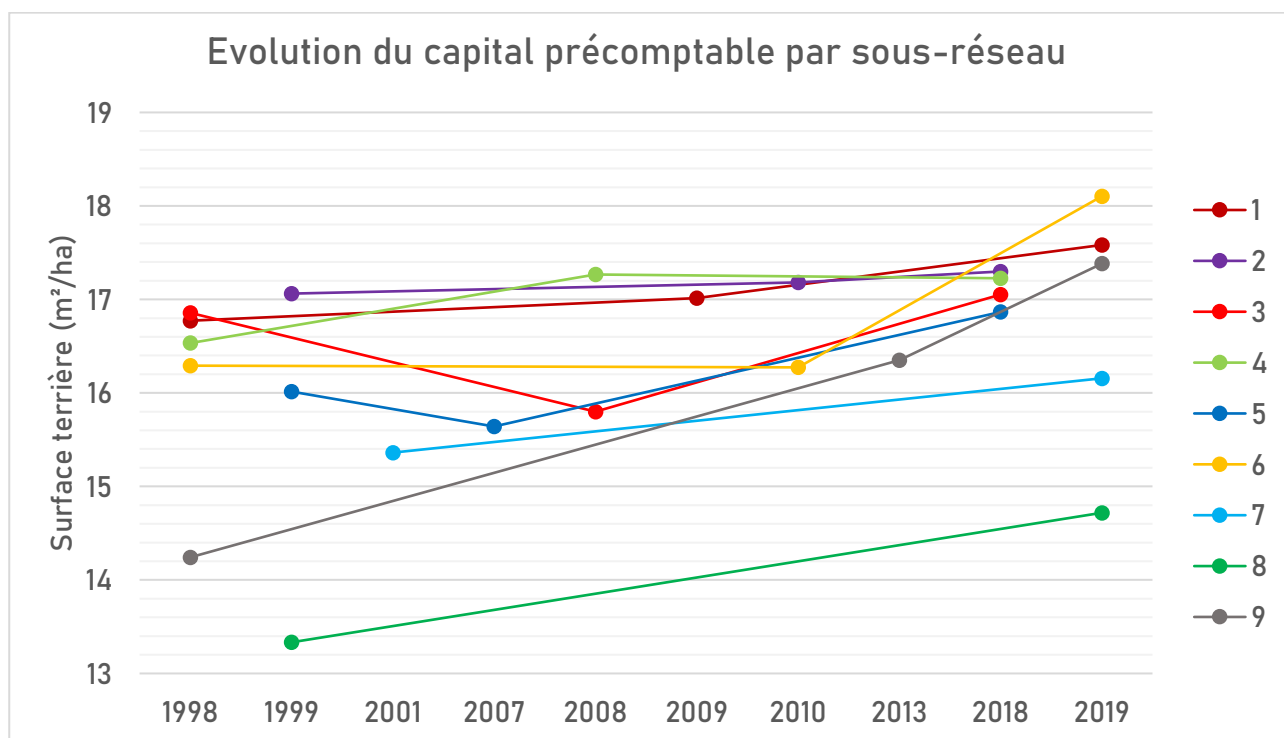


Figure 2 – Evolution du capital précomptable par sous-réseau (G)

Commentaire sylvicole

La plupart des sous-réseaux qui ont bénéficié d'un inventaire intermédiaire montrent une vitesse de capitalisation plus forte pendant la seconde période. Toutefois, ce résultat est à considérer avec précaution. La première période comprend la tempête de 1999 et la sécheresse de 2003, deux événements qui sont lissés par la courbe et qui contribue sans doute à réduire la capitalisation de la première période.

4.1.1.3. Variabilité stationnelle

Le **Tableau 2** présente la variabilité des principales variables caractérisant le capital sur pied (précomptable) en fonction des unités stationnelles. La **Figure 3** représente graphiquement cette variabilité pour la surface terrière.

	Surface terrière m^2/ha	Volume m^3/ha	Densité tiges/ha
US1	14,6 ± 2,3	146 ± 27	233 ± 38
US2	16,6 ± 0,3	180 ± 4	199 ± 6
US3	16,7 ± 1	195 ± 11	155 ± 13
US4 et US5	18 ± 0,9	212 ± 11	157 ± 14
US6 et US7	16,8 ± 1,2	196 ± 14	169 ± 22
US8	18,1 ± 3,1	194 ± 34	228 ± 62
US9	18,3 ± 1,2	194 ± 14	237 ± 21
US10	17,5 ± 0,8	196 ± 8	197 ± 15
US11	16,7 ± 4,6	173 ± 54	247 ± 47
US12 et US13	17,9 ± 2,1	199 ± 22	211 ± 37
US14 et US15 et US16	17,9 ± 4,2	191 ± 50	250 ± 78

Tableau 2 – Capital sur pied par unité stationnelle

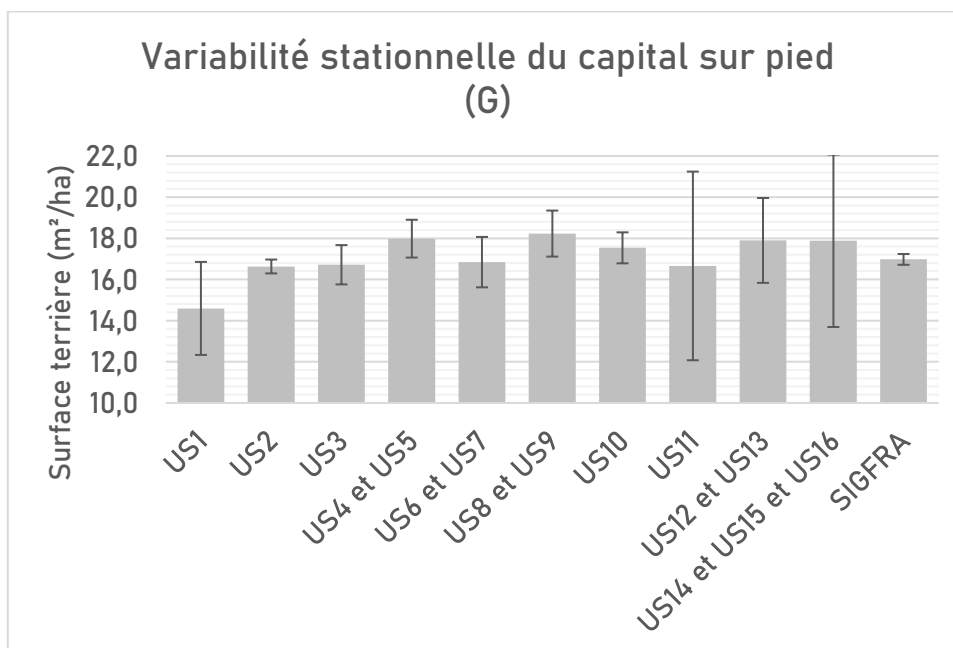


Figure 3 – Variabilité stationnelle du capital sur pied (G)

Commentaire sylvicole

Sauf exception, ce graphique ne permet pas de conclure sur les différences niveaux moyens de surface terrière dans les différentes stations, compte tenu des incertitudes. Globalement, la station ne modifie pas fortement le niveau de capital choisi par le gestionnaire.

4.1.2. Structure des peuplements

4.1.2.1. Bilan par catégorie de bois

4.1.2.1.1. Répartition du capital par catégorie de bois

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
PB	4,4 ± 0,2 (27 %)	33,6 ± 1,4 (20 %)	113,8 ± 5,1 (54 %)
BM	8,4 ± 0,2 (52 %)	92,2 ± 2,5 (54 %)	84,1 ± 2,3 (40 %)
GB	3 ± 0,2 (19 %)	39,8 ± 2,2 (23 %)	13,2 ± 0,7 (6 %)
TGB	0,3 ± 0 (2 %)	3,9 ± 0,6 (2 %)	0,7 ± 0,1 (0 %)
<i>Cycle 3</i>			
PB	3,5 ± 0,2 (21 %)	27,1 ± 1,3 (14 %)	90,4 ± 4,5 (47 %)
BM	8,5 ± 0,2 (50 %)	94,4 ± 2,4 (50 %)	83,3 ± 2,2 (43 %)
GB	4,4 ± 0,2 (26 %)	58 ± 2,4 (31 %)	18,9 ± 0,8 (10 %)
TGB	0,6 ± 0,1 (3 %)	7,9 ± 0,9 (4 %)	1,3 ± 0,1 (1 %)

Tableau 3 – Capital par catégorie de bois

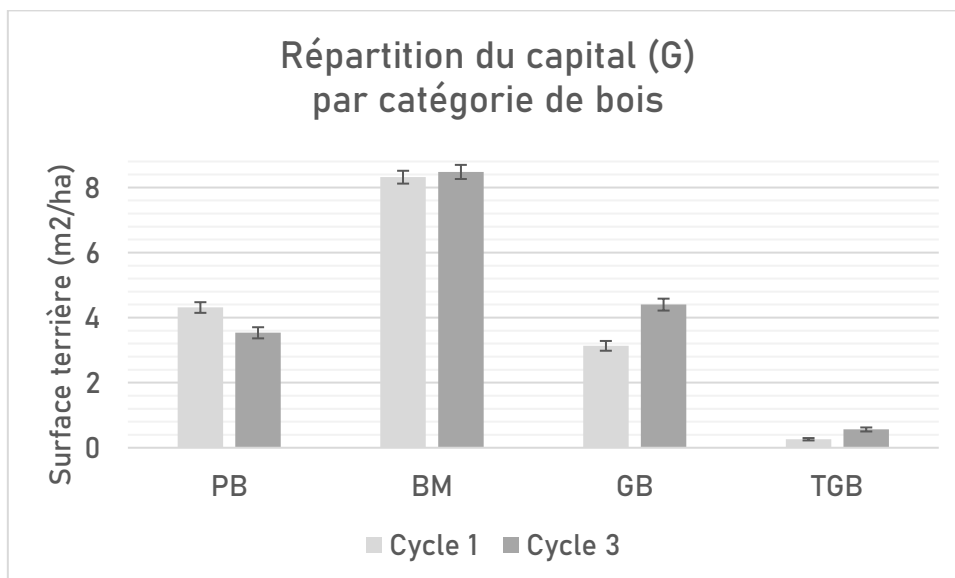


Figure 4 – Evolution du capital (G) par catégorie de bois

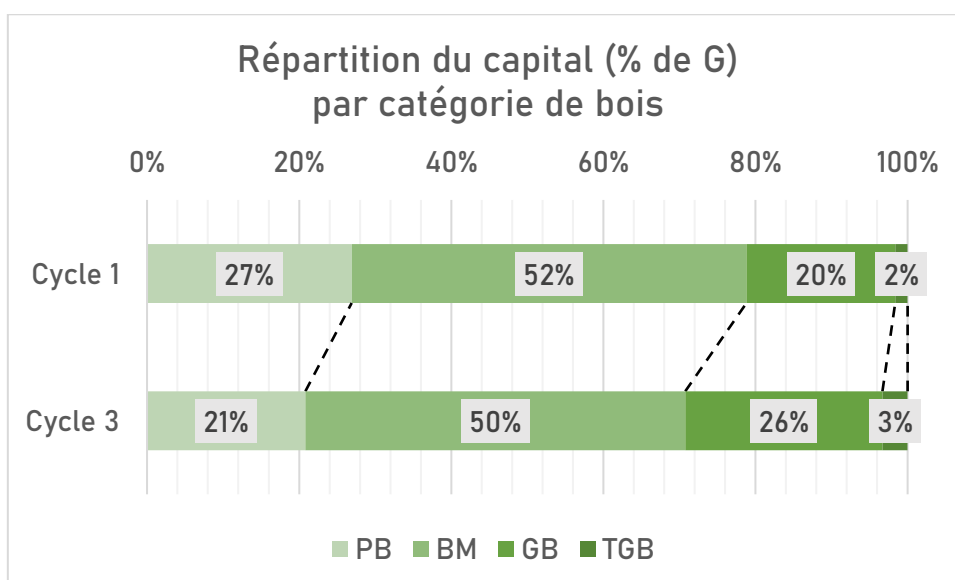


Figure 5 – Répartition du capital (G) par catégorie de bois

Commentaire sylvicole

La structure évolue lentement. La capitalisation dans les GB est va dans le sens de l'équilibre à long terme visé par le gestionnaire, à savoir 20 % de PB, 30 % de BM et 50 % de GB. En outre, la forte proportion de BM assure « l'approvisionnement » du compartiment GB. En revanche, le niveau de PB atteint un plancher qu'il serait souhaitable de ne pas franchir.

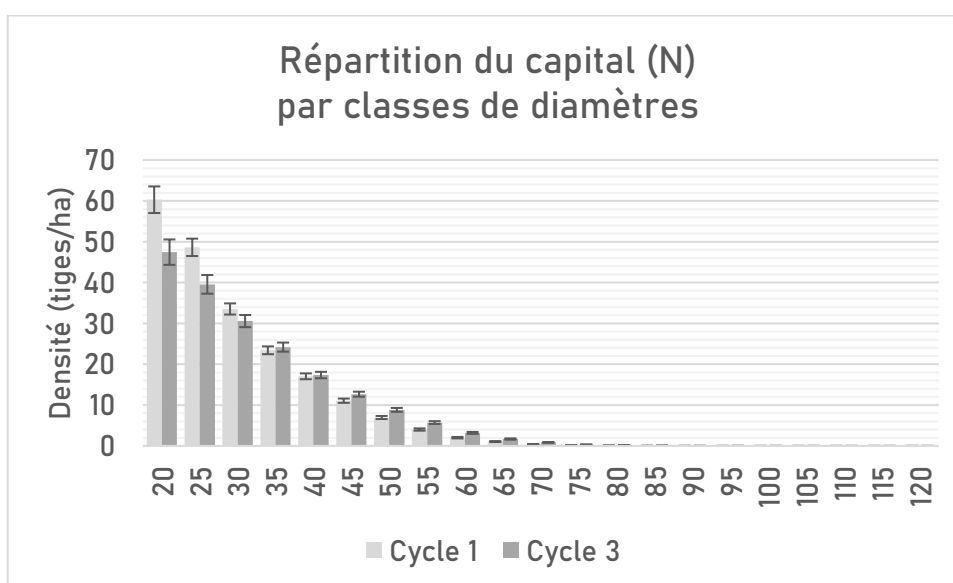
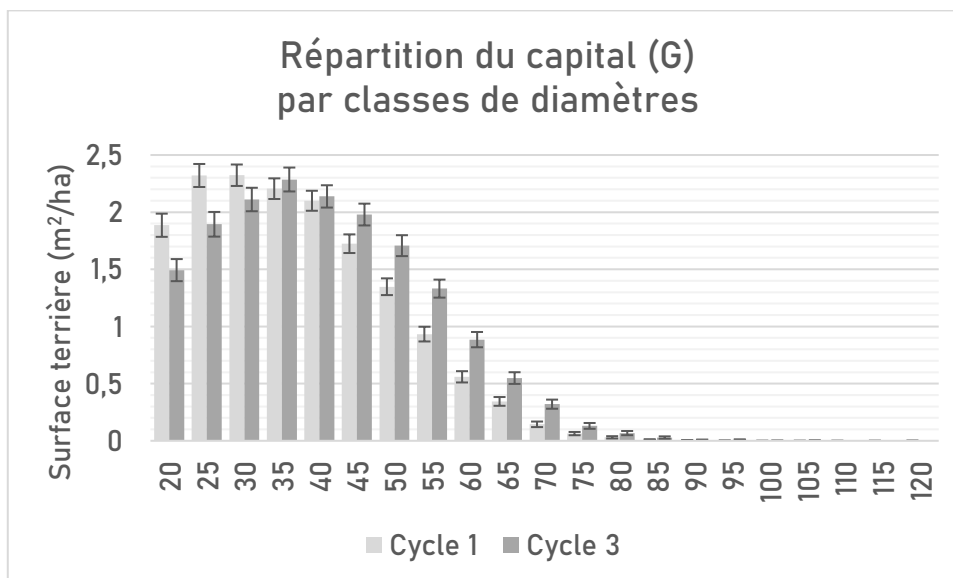
4.1.2.2. Bilan par classes de diamètre

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
20	1,9 ± 0,1 (12 %)	12,7 ± 0,8 (7 %)	61,8 ± 3,8 (29 %)

25	2,3 ± 0,1 (15 %)	19,6 ± 1 (12 %)	49 ± 2,4 (23 %)
30	2,3 ± 0,1 (14 %)	22,7 ± 1 (13 %)	33,6 ± 1,5 (16 %)
35	2,3 ± 0,1 (14 %)	24,4 ± 1,1 (14 %)	24 ± 1,1 (11 %)
40	2,1 ± 0,1 (13 %)	24,3 ± 1,2 (14 %)	17 ± 0,8 (8 %)
45	1,7 ± 0,1 (11 %)	21,1 ± 1,1 (12 %)	11 ± 0,6 (5 %)
50	1,3 ± 0,1 (8 %)	16,8 ± 1 (10 %)	6,8 ± 0,4 (3 %)
55	0,9 ± 0,1 (6 %)	11,9 ± 0,9 (7 %)	3,8 ± 0,3 (2 %)
60	0,6 ± 0,1 (3 %)	7,5 ± 0,8 (4 %)	2 ± 0,2 (1 %)
65	0,3 ± 0 (2 %)	4,6 ± 0,6 (3 %)	1 ± 0,1 (0 %)
70	0,2 ± 0 (1 %)	2,1 ± 0,4 (1 %)	0,4 ± 0,1 (0 %)
75	0,1 ± 0 (0 %)	0,9 ± 0,2 (1 %)	0,1 ± 0 (0 %)
80	0 ± 0 (0 %)	0,5 ± 0,2 (0 %)	0,1 ± 0 (0 %)
85	0 ± 0 (0 %)	0,1 ± 0,1 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
90	0 ± 0 (0 %)	0,1 ± 0,1 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
95	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
100	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
105	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)

Cycle 3

20	1,5 ± 0,1 (9 %)	12,711 ± 0,6 (5 %)	47,1 ± 3,1 (24 %)
25	1,9 ± 0,1 (11 %)	19,633 ± 0,9 (8 %)	39,5 ± 2,3 (20 %)
30	2,1 ± 0,1 (12 %)	22,654 ± 1 (11 %)	30,6 ± 1,5 (16 %)
35	2,3 ± 0,1 (13 %)	24,428 ± 1,1 (13 %)	24,2 ± 1,1 (12 %)
40	2,1 ± 0,1 (13 %)	24,327 ± 1,1 (13 %)	17,4 ± 0,8 (9 %)
45	2 ± 0,1 (12 %)	21,076 ± 1,2 (13 %)	12,7 ± 0,6 (7 %)
50	1,7 ± 0,1 (10 %)	16,757 ± 1,2 (12 %)	8,8 ± 0,5 (5 %)
55	1,3 ± 0,1 (8 %)	11,873 ± 1,1 (9 %)	5,7 ± 0,3 (3 %)
60	0,9 ± 0,1 (5 %)	7,531 ± 0,9 (6 %)	3,2 ± 0,2 (2 %)
65	0,5 ± 0,1 (3 %)	4,619 ± 0,7 (4 %)	1,7 ± 0,2 (1 %)
70	0,3 ± 0 (2 %)	2,15 ± 0,6 (2 %)	0,9 ± 0,1 (0 %)
75	0,1 ± 0 (1 %)	0,947 ± 0,4 (1 %)	0,3 ± 0,1 (0 %)
80	0,1 ± 0 (0 %)	0,491 ± 0,3 (1 %)	0,1 ± 0 (0 %)
85	0 ± 0 (0 %)	0,101 ± 0,2 (0 %)	0,1 ± 0 (0 %)
90	0 ± 0 (0 %)	0,053 ± 0,1 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
95	0 ± 0 (0 %)	0,025 ± 0,1 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
100	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
105	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)



Commentaire sylvicole

Les résultats en classe de diamètre confirment l'évolution de la structure visible en catégorie de bois. La courbe de structure se déplace vers la droite, signe d'un enrichissement dans les classes de plus haut diamètre. Les classes 45 à 60 voire 65 profitent particulièrement de la gestion. Les classes 35 et 40 restent majoritaires et constituent le « réservoir » des classes de diamètre plus élevées. A l'inverse, les classes 20, 25 et 30 ont été appauvries depuis 20 ans, il faudra y prendre garde à l'avenir (cf. également 4.3 Perches).

4.1.2.3. Variabilité stationnelle

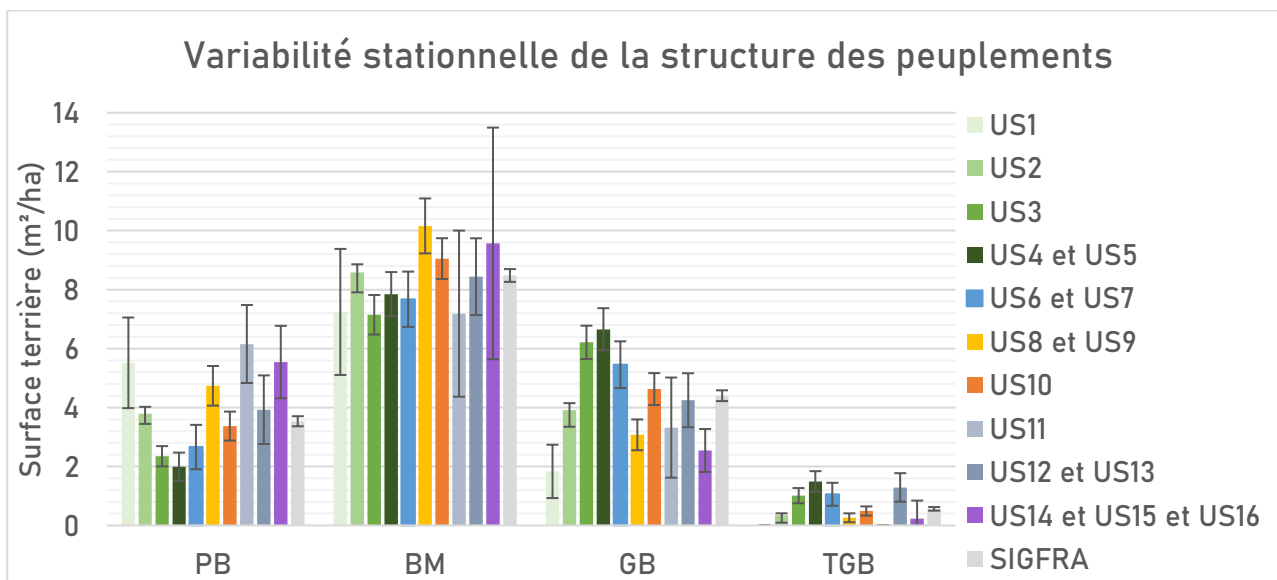


Figure 6 – Variabilité stationnelle de la structure des peuplements

Commentaire sylvicole

La répartition du capital par catégorie de bois montre des différences significatives entre certaines stations. Sur les stations de plateaux (US 1 à 5), plus la potentialité est faible, plus la station est riche en PB et pauvre en GB ; et inversement lorsque la fertilité augmente. De la même manière, les versants frais (US 6 et 7) sont plus riches en GB que les versants chauds (US 8 et 9), plus riches en PB. Ces gradients sont tout à fait conformes aux attendus et aux observations de terrain.

En bas de versants ou fonds de vallons, les incertitudes, dues au faible nombre de placettes, ne permettent pas de dégager des différences significatives.

A noter enfin que les BM dominent tous les types de stations.

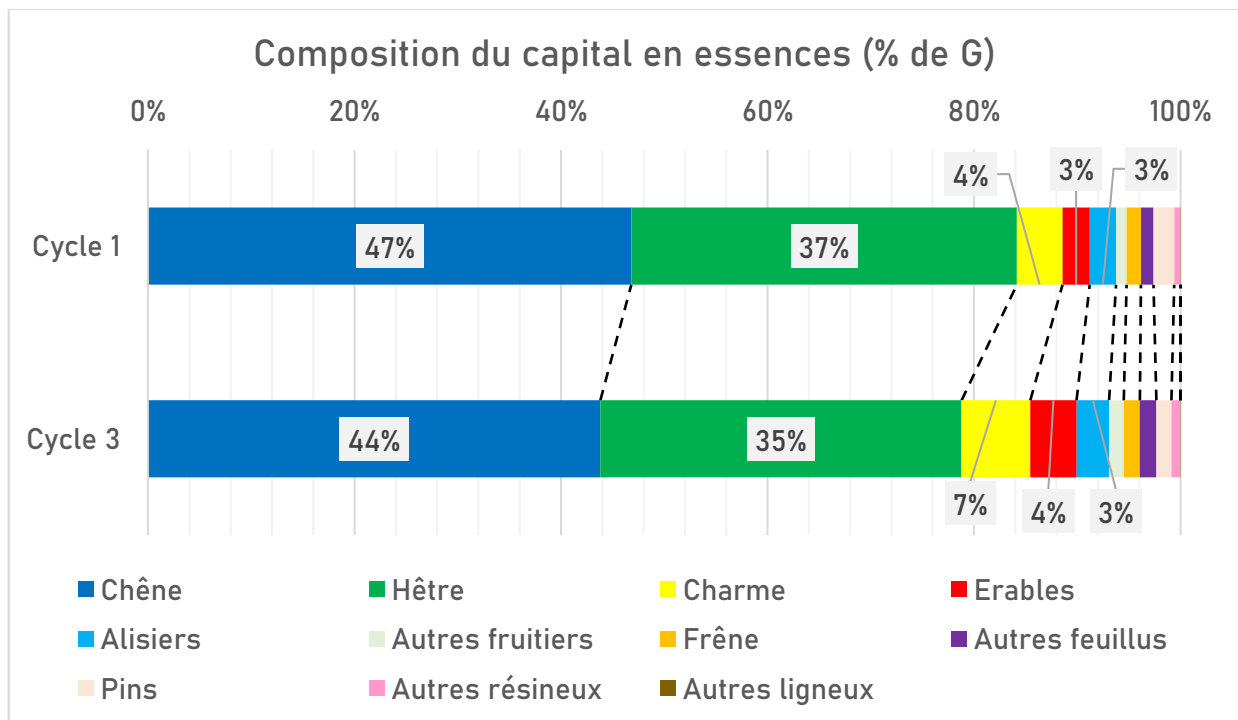
4.1.3. Composition en essences

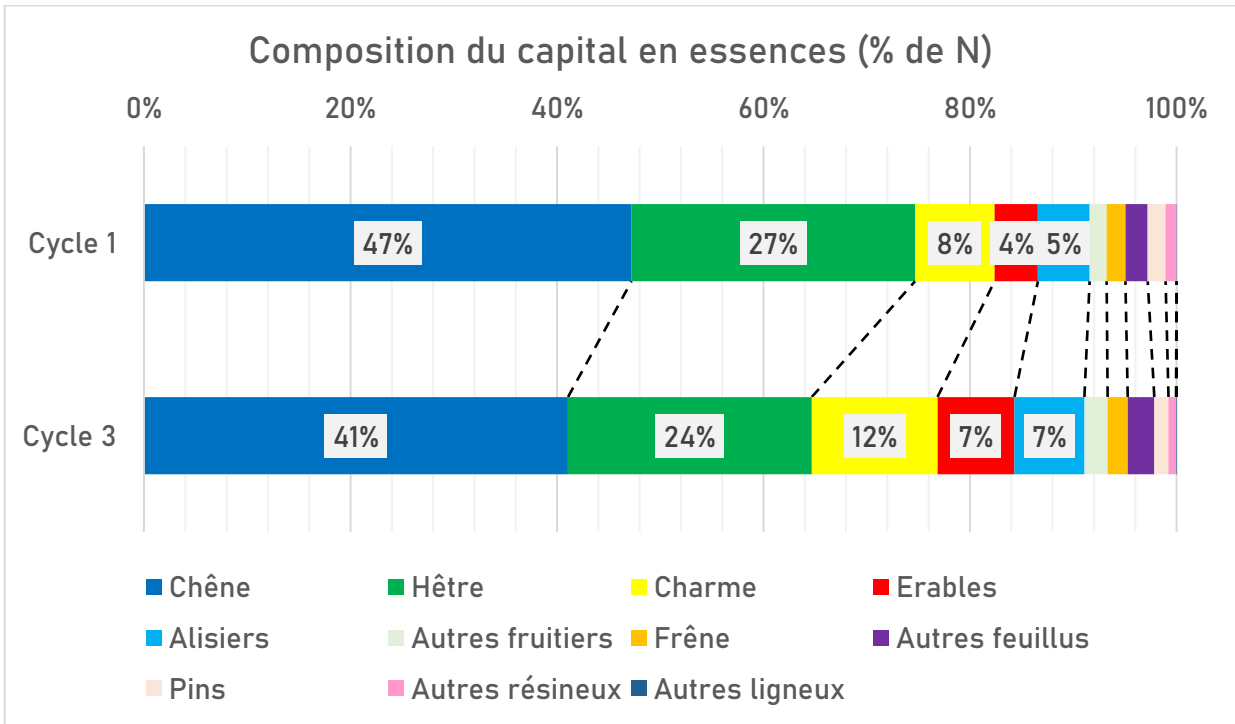
4.1.3.1. Résultats généraux

4.1.3.1.1. Composition par groupe d'essences

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
Chêne	7,5 ± 0,3 (47 %)	76,9 ± 2,9 (45 %)	100 ± 4,3 (47 %)
Hêtre	6 ± 0,3 (37 %)	70 ± 3,5 (41 %)	58,2 ± 3,7 (27 %)
Charme	0,7 ± 0,1 (4 %)	5,9 ± 0,8 (3 %)	16,3 ± 2,1 (8 %)
Erables	0,4 ± 0 (3 %)	3,5 ± 0,5 (2 %)	8,9 ± 1,1 (4 %)
Alisiers	0,4 ± 0 (3 %)	3,2 ± 0,4 (2 %)	10,6 ± 1,3 (5 %)
Autres fruitiers	0,2 ± 0 (1 %)	1,5 ± 0,3 (1 %)	3,5 ± 0,7 (2 %)
Frêne	0,2 ± 0 (1 %)	2,1 ± 0,5 (1 %)	3,8 ± 0,9 (2 %)
Autres feuillus	0,2 ± 0 (1 %)	1,8 ± 0,4 (1 %)	4,6 ± 1,1 (2 %)
Pins	0,3 ± 0,1 (2 %)	3,5 ± 1,5 (2 %)	3,7 ± 1,7 (2 %)
Autres résineux	0,1 ± 0,1 (1 %)	1,1 ± 0,7 (1 %)	2,2 ± 1,6 (1 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
<i>Cycle 3</i>			

Chêne	7,538 ± 0,3 (44 %)	81 ± 3 (43 %)	79,6 ± 3,6 (41 %)
Hêtre	5,957 ± 0,3 (35 %)	73,5 ± 3,5 (39 %)	45,8 ± 2,8 (24 %)
Charme	0,714 ± 0,1 (7 %)	9,8 ± 1,1 (5 %)	23,6 ± 2,4 (12 %)
Erables	0,41 ± 0,1 (4 %)	6,9 ± 0,7 (4 %)	14,5 ± 1,4 (7 %)
Alisiers	0,417 ± 0,1 (3 %)	4,2 ± 0,4 (2 %)	13,1 ± 1,4 (7 %)
Autres fruitiers	0,169 ± 0 (1 %)	2,3 ± 0,4 (1 %)	4,4 ± 0,8 (2 %)
Frêne	0,217 ± 0 (2 %)	2,8 ± 0,5 (1 %)	3,8 ± 0,8 (2 %)
Autres feuillus	0,203 ± 0 (2 %)	2,7 ± 0,5 (1 %)	5 ± 1 (3 %)
Pins	0,312 ± 0,1 (1 %)	2,9 ± 1,2 (2 %)	2,7 ± 1,3 (1 %)
Autres résineux	0,114 ± 0,1 (1 %)	1,5 ± 1 (1 %)	1,4 ± 1 (1 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0,1 ± 0,1 (0 %)



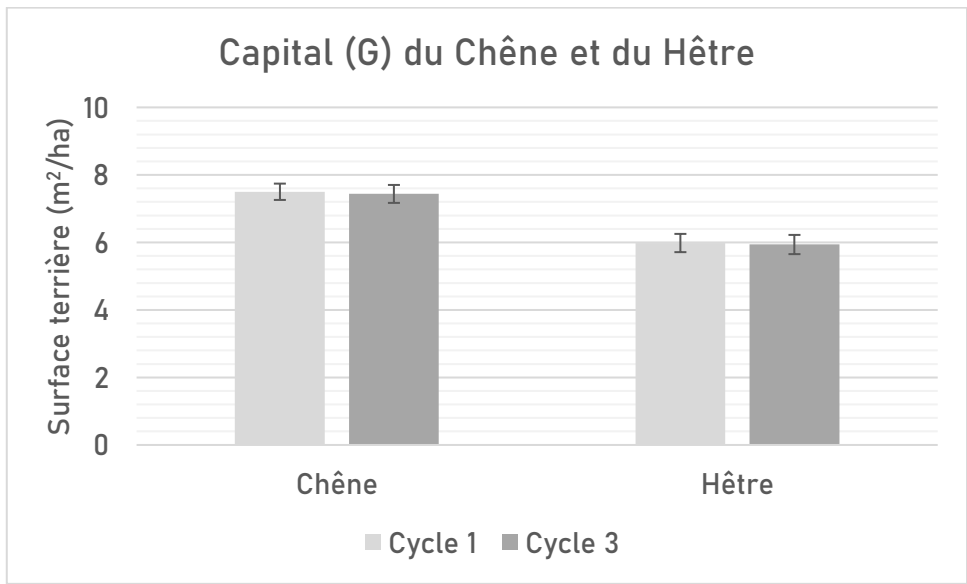


Commentaire sylvicole

L'évolution de la composition est lente. Globalement, elle conforme aux objectifs qui vise à augmenter le mélange d'essences. La forêt est très diversifiée, avec un mélange d'essences typique des plateaux calcaires. Les principaux feuillus minoritaires sont le Charme, les Alisiers et les Erables.

A noter que la part de Hêtre représente une part beaucoup plus importante en surface terrière qu'en densité : c'est le signe d'une concentration de cette essence dans des bois de gros diamètre.

4.1.3.1.2. Essences majoritaires (Chêne et Hêtre)

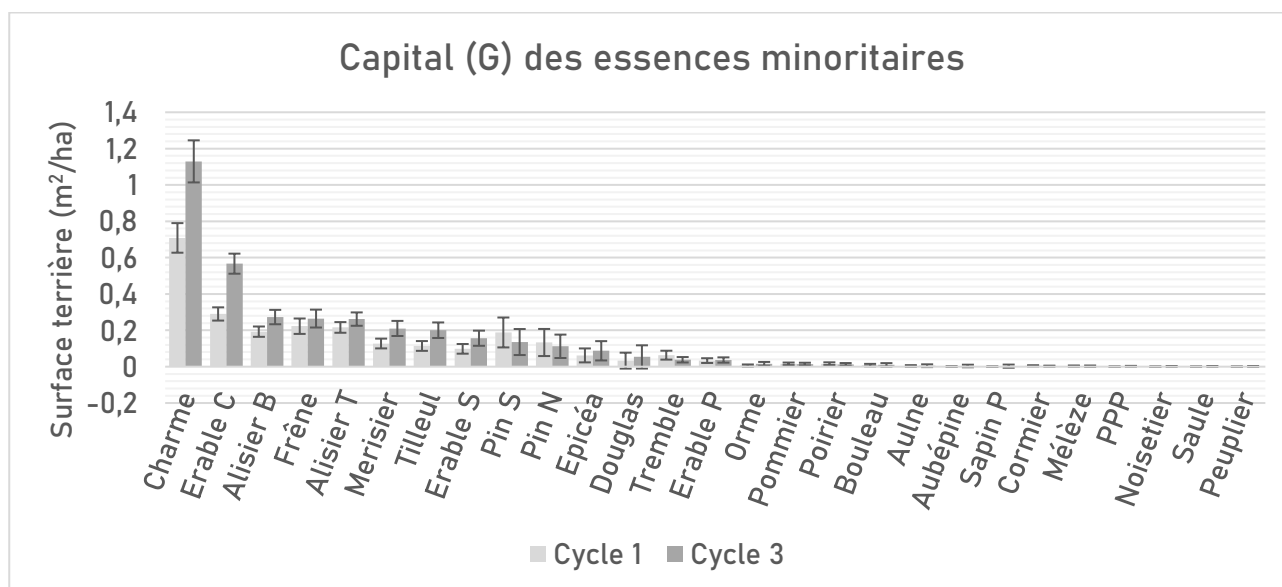


Commentaire sylvicole

Le capital, en Chêne comme en Hêtre est resté stable. Une analyse approfondie montrent que le Chêne a un accroissement faible mais est plutôt conservé en martelage, alors que le Hêtre est prélevé en plus grandes quantité mais pousse aussi plus vite.

Comme le montre le paragraphe suivant, l'augmentation du capital total est le fait des feuillus divers.

4.1.3.1.3. Essences minoritaires



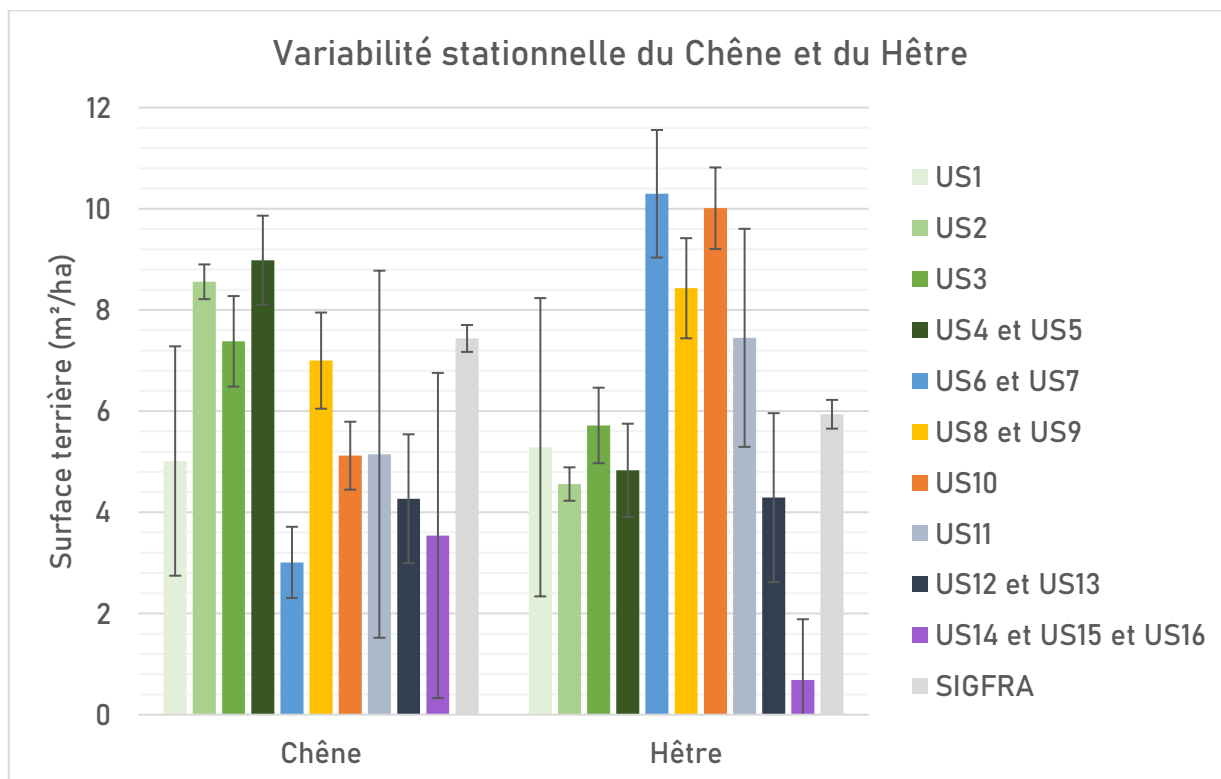
Commentaire sylvicole

Le Charme et l'Erable C sont les deux essences qui sont largement favorisées par la gestion. Pour le Charme, le résultat est à mettre en perspective des martelages justement axés sur le prélèvement de cette essence, par un travail par le haut des cépées. Il semblerait que cette éclaircie profite d'abord aux autres Charmes. A noter que le gestionnaire favorise également les beaux Charmes.

De manière générale, la quasi-totalité des feuillus précieux et divers sont en progression. Ce résultat est conforme aux objectifs de la gestion, qui cherchent à augmenter le mélange d'essences, entre autres pour favoriser la résilience écologique de la forêt.

4.1.3.2. Variabilité stationnelle

4.1.3.2.1. Essences majoritaires (Chêne et Hêtre)



Commentaire sylvicole

Les résultats montrent des disparités fortes entre les stations en matière de composition. Le Chêne est globalement plus présent sur les stations de plateaux que sur les stations de versants. Dans les situations de versants, il est plus présent sur les versants chauds.

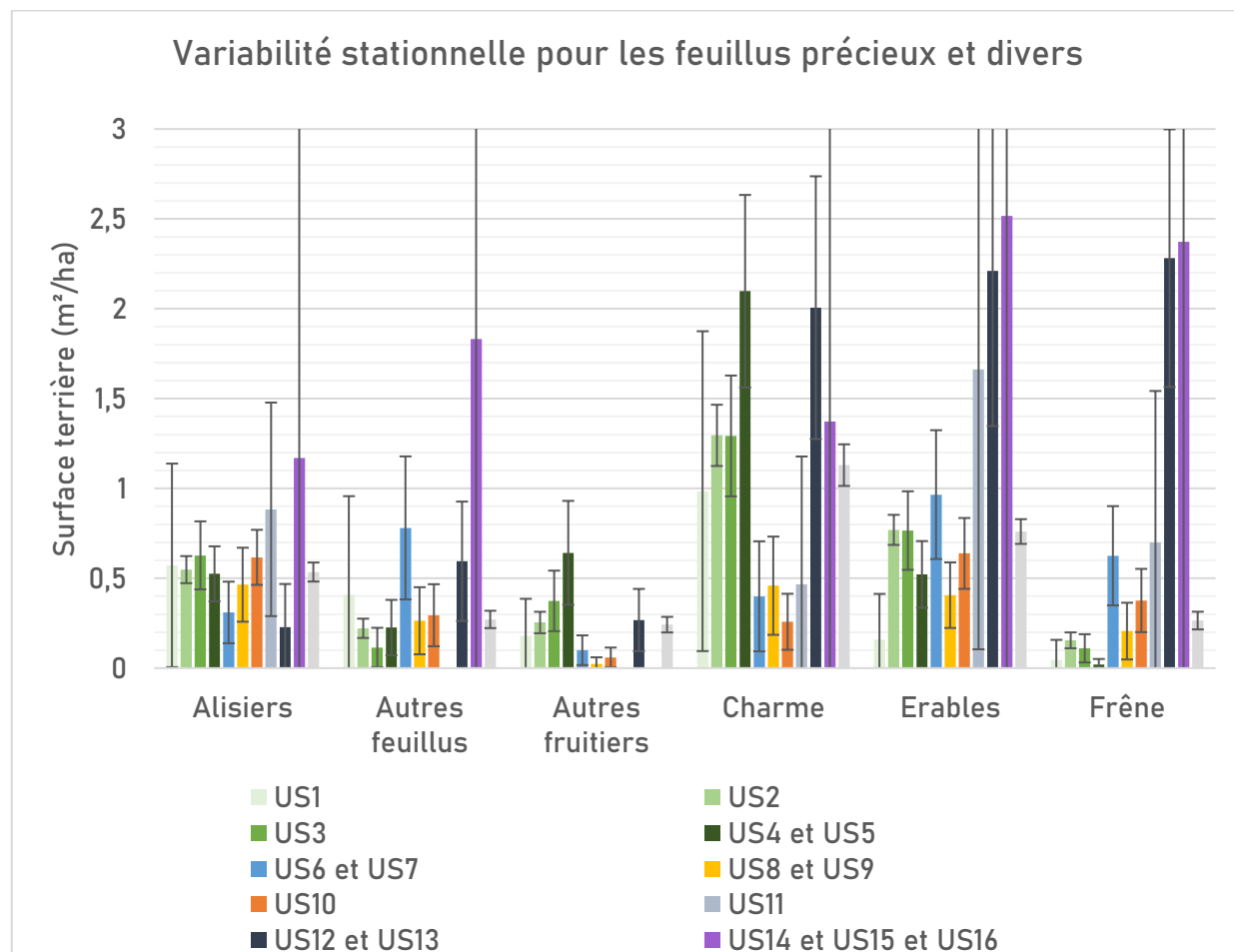
Le Hêtre au contraire est installé préférentiellement sur les versants frais ou mésothermes, et moins sur les plateaux.

Toutefois, la présence de ces deux essences sur tous les types de stations est à souligner, au moins pour la diversité génétique qu'elle apporte à la population globale.

Ces observations sont conformes aux connaissances écologiques concernant ces essences.

4.1.3.2.2. Essences minoritaires

Variabilité stationnelle pour les feuillus précieux et divers



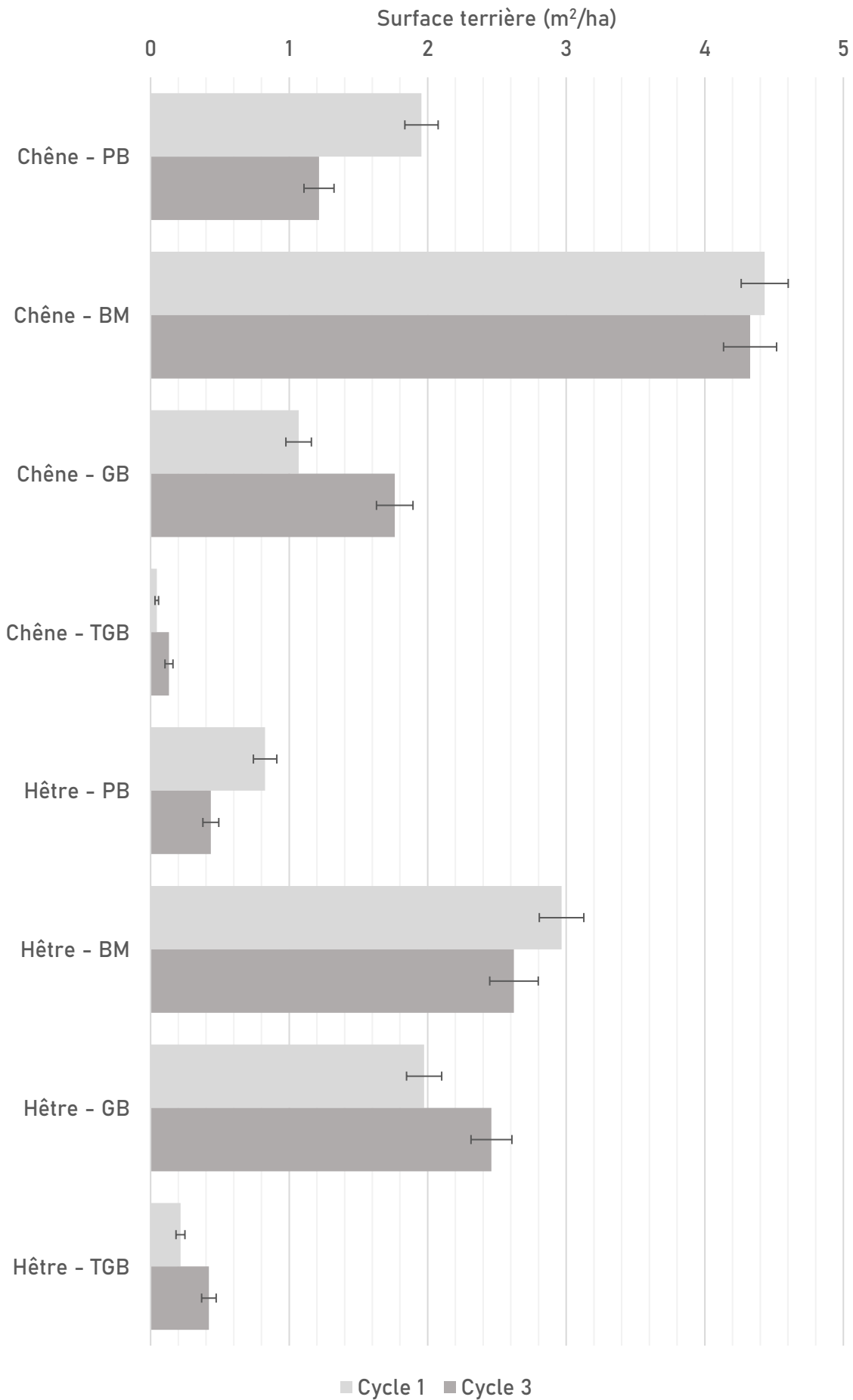
Commentaire sylvicole

Comme pour les essences principales, les observations sur la répartition stationnelle des essences minoritaires sont conformes aux données autécologiques.

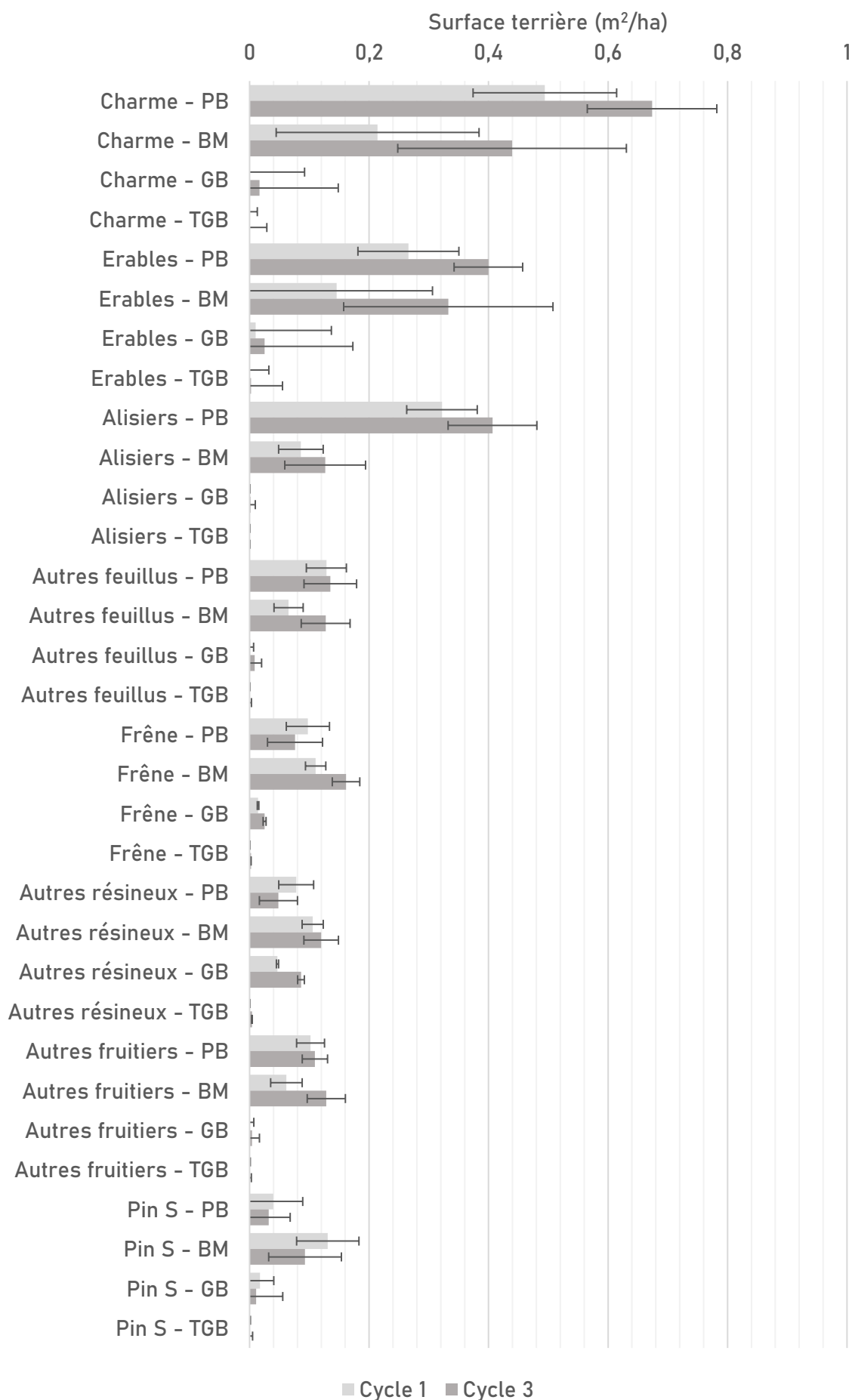
4.1.3.3. Composition et structure

4.1.3.3.1. Composition par catégorie de bois

Evolution du capital par essence et catégorie de bois (partie I Chênes et Hêtre)

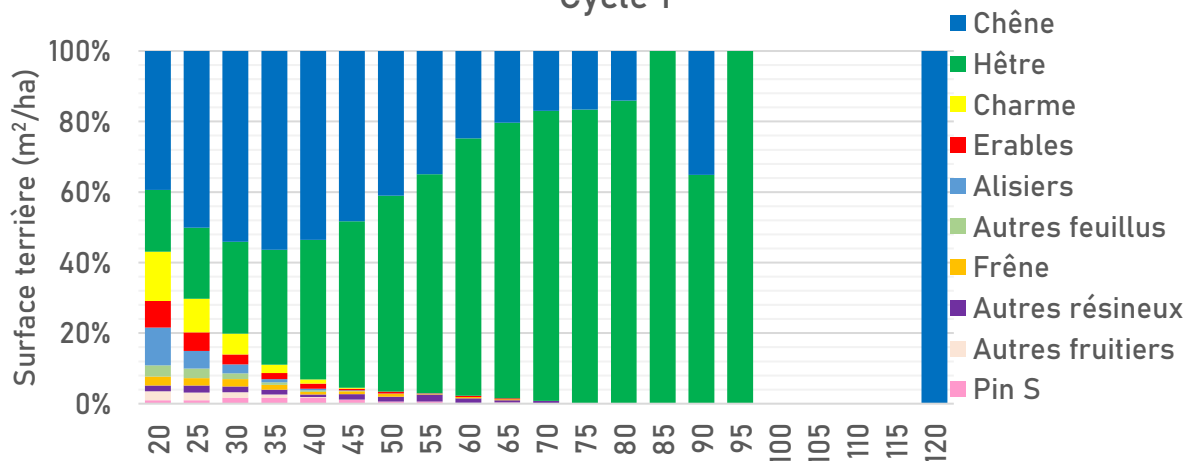


Evolution du capital par essence et catégorie de bois (partie II Essences minoritaires)



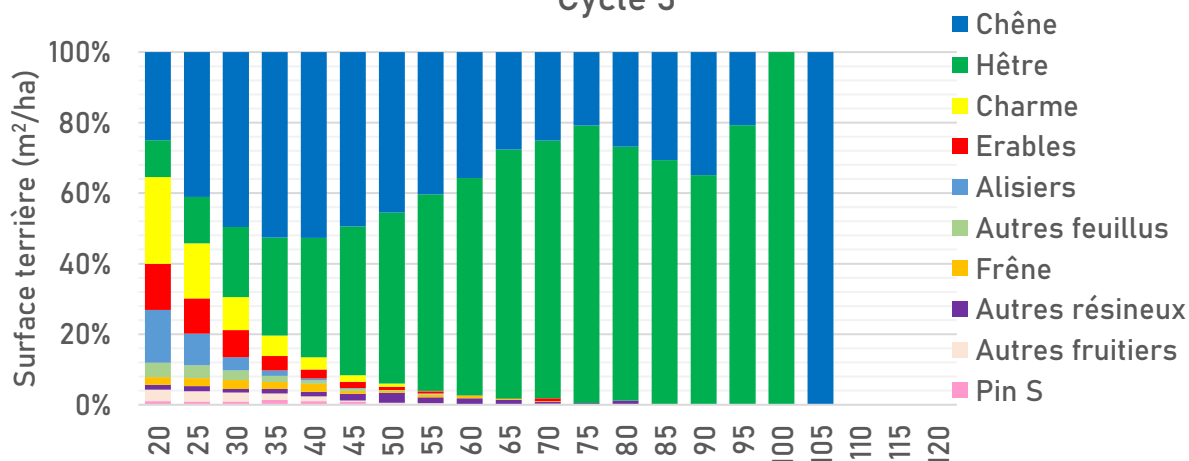
Composition par classe de diamètre (% de G)

Cycle 1



Composition par classe de diamètre (% de G)

Cycle 3



Commentaire sylvicole

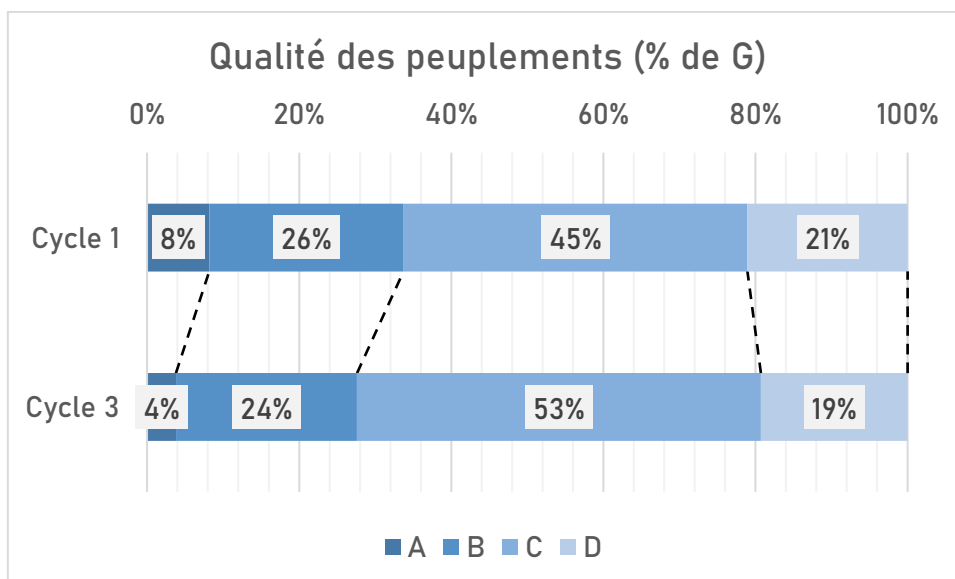
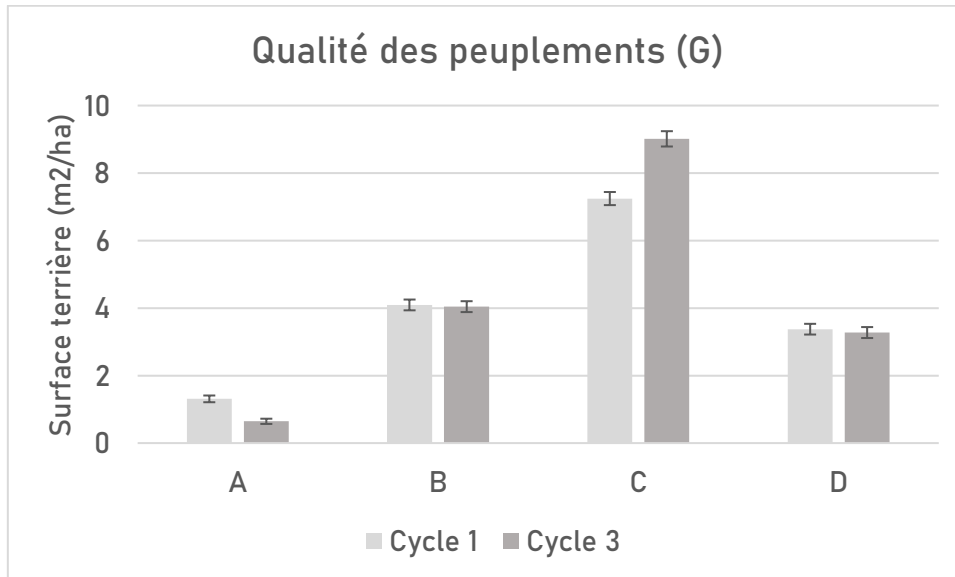
Ces courbes confirment les évolutions déjà constatées précédemment, à savoir l'augmentation du capital dans les classes de diamètres de 50 et plus, avec une augmentation conjointe du Chêne et du Hêtre, ainsi que la diminution des 20 et 25, avec une chute de la surface terrière de Hêtre et Chêne dans ces classes, compensée en partie par la progression des feuillus divers, Charme, Erables et Alisiers en tête. En matière de production, cela signifie qu'à court et moyen terme, la gestion permettra de produire des gros bois de Hêtre et Chêne, mais qu'à long terme, la récolte de feuillus divers prendra le relais, au moins en partie, de la production.

4.1.4. Qualité des bois

4.1.4.1. Bilan général de la qualité des peuplements

	Surface terrière <i>m</i> ² / <i>ha</i>	Volume <i>m</i> ³ / <i>ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
A	1,3 ± 0,1	15,7 ± 1,2	11,7 ± 1
B	4,1 ± 0,2	46 ± 1,8	44,2 ± 2,1

C	7,2 ± 0,2	76,2 ± 2,1	94,7 ± 3,1
D	3,4 ± 0,2	31,9 ± 1,5	59,1 ± 3,2
<i>Cycle 3</i>			
A	0,6 ± 0,1	7,8 ± 1	5,5 ± 0,8
B	4 ± 0,2	46,9 ± 2	38,5 ± 1,8
C	9 ± 0,2	98,6 ± 2,5	104,2 ± 3,5
D	3,3 ± 0,2	34 ± 1,7	46 ± 2,9

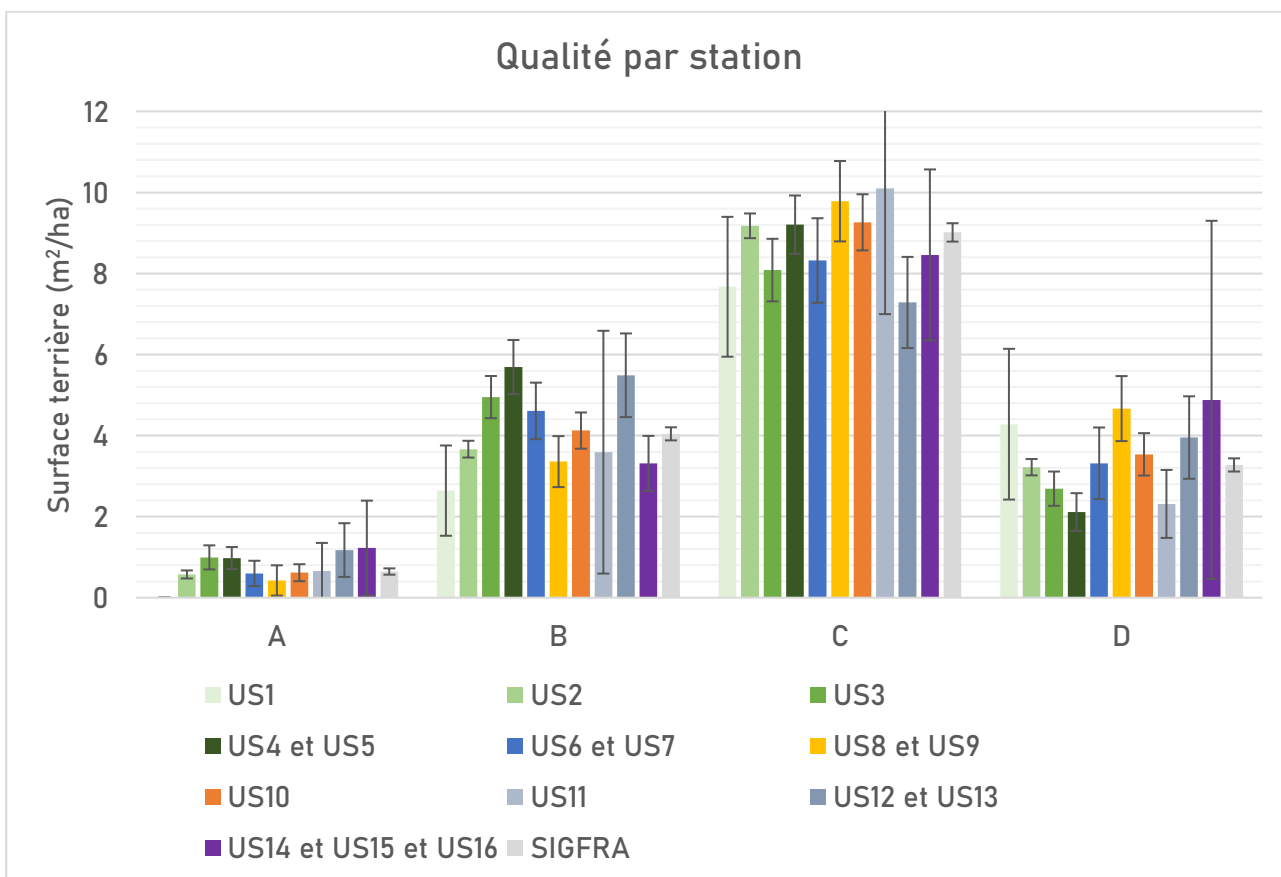


Commentaire sylvicole

La gestion a essentiellement favorisé la qualité C, et la part de qualité A ou B a diminué au cours des 20 dernières années. Ce n'est pas un résultat attendu de la sylviculture. Plusieurs explications peuvent permettre d'éclairer ce résultat :

- La tempête de 1999 et la sécheresse de 2003 ont pu affecter l'état sanitaire des peuplements, notamment du Hêtre, entraînant une dégradation de la qualité des bois ;
- Dans l'éclaircie des BM (notamment), le Chêne est souvent privilégié par rapport au Hêtre. Ces Chênes sont majoritairement des bois de qualité C.
- Dans l'éclaircie des PB, les feuillus divers (Erables, Fruitiers, feuillus divers plus rares) sont souvent privilégiés par rapport au Hêtre.
- Le développement de la vente en régie et du classement des bois abattus suite à la tempête de 1999, qui a rendu l'œil de l'opérateur plus sévère quant à la qualité des bois. Cet effet est certain mais difficilement quantifiable. Il a été corrigé, mais en partie seulement.

4.1.4.2. Variabilité stationnelle

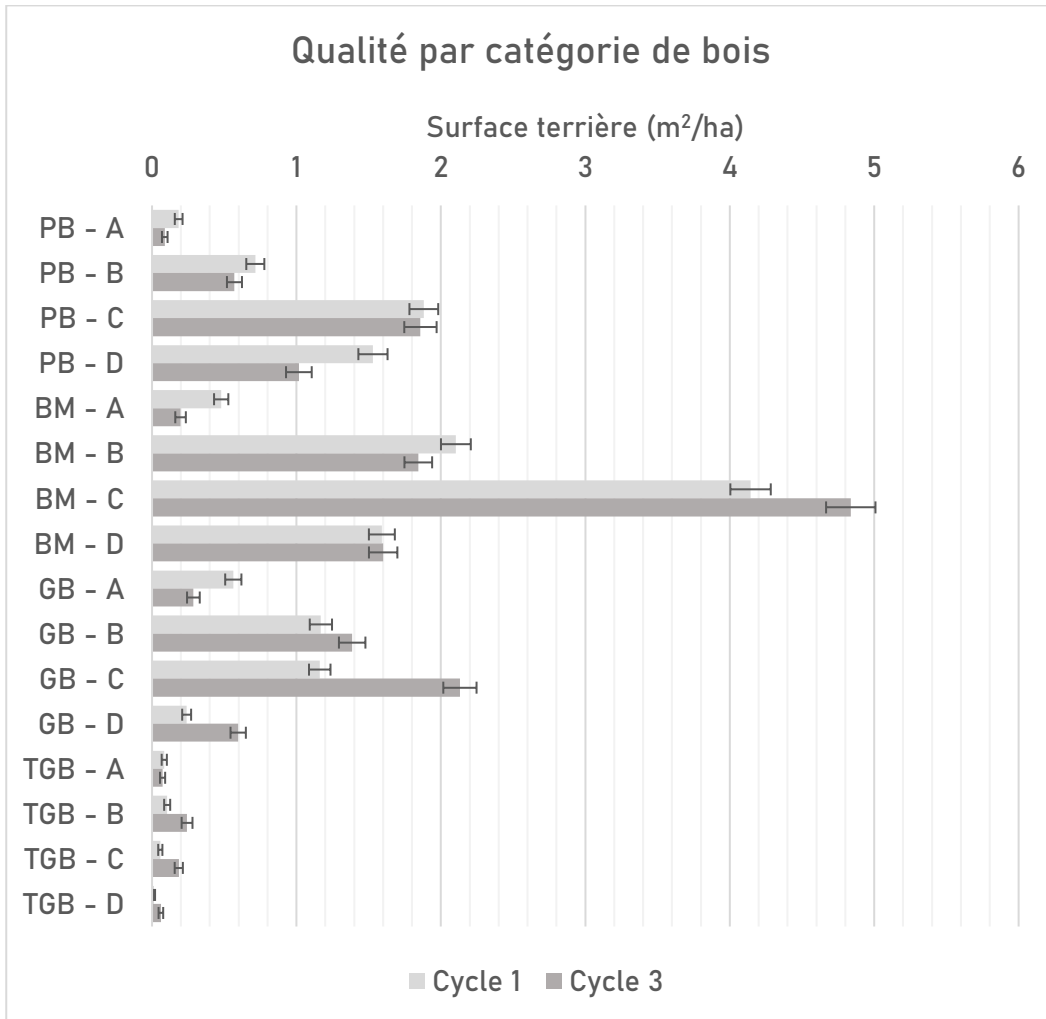


Commentaire sylvicole

Bien que la tendance moyenne se dégage sur le lien positif entre la fertilité de la station et la qualité des peuplements, les incertitudes ne permettent pas de conclure sur le sujet.

4.1.4.3. Qualité et structure

4.1.4.3.1. Qualité par catégorie de bois



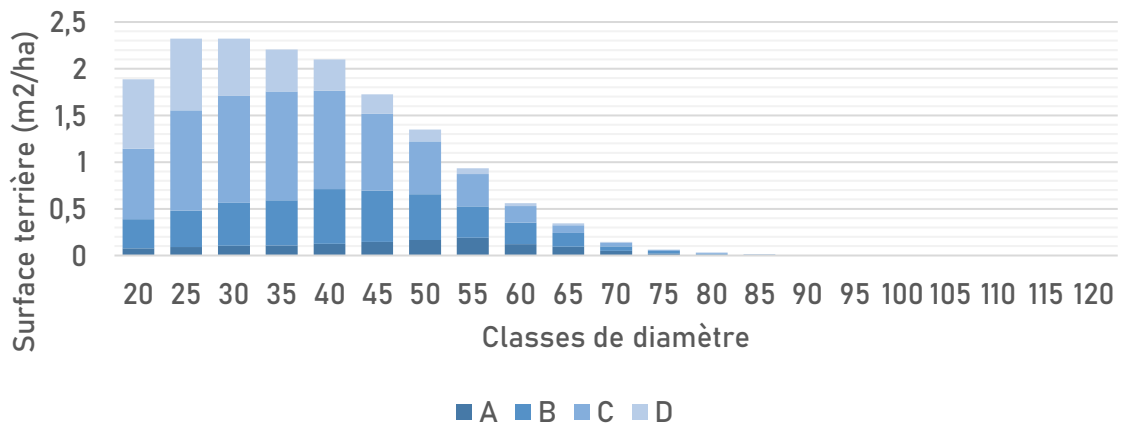
Commentaire sylvicole

La décapitalisation des PB est marquée par une diminution relativement importante de la qualité D, correspondant sans doute au prélèvement de brins de taillis passés à la futaie. Ce phénomène ne s'accompagne pour autant pas d'une augmentation du capital de qualité A ou B.

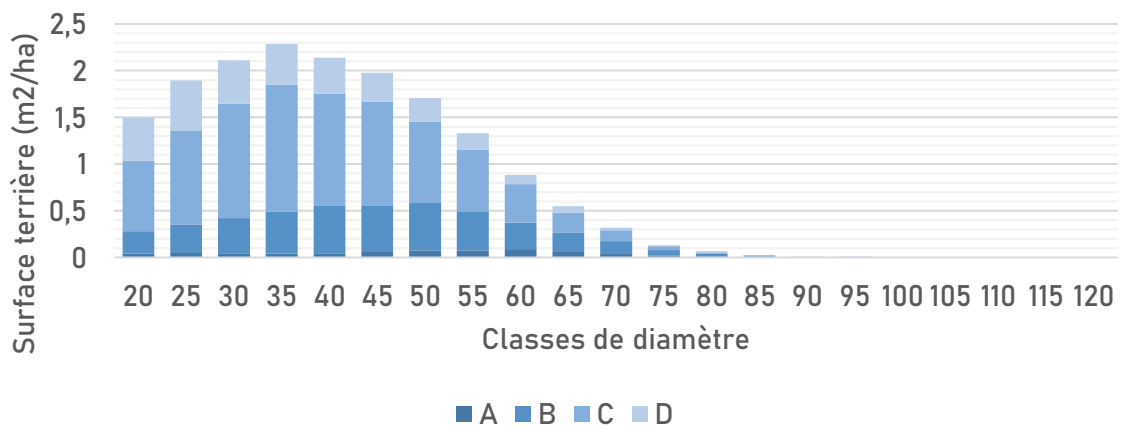
Par ailleurs, ce résultat ne se retrouve pas dans les catégories de bois supérieures, où les qualités C et D augmentent assez fortement.

4.1.4.3.2. Qualité par classe de diamètre

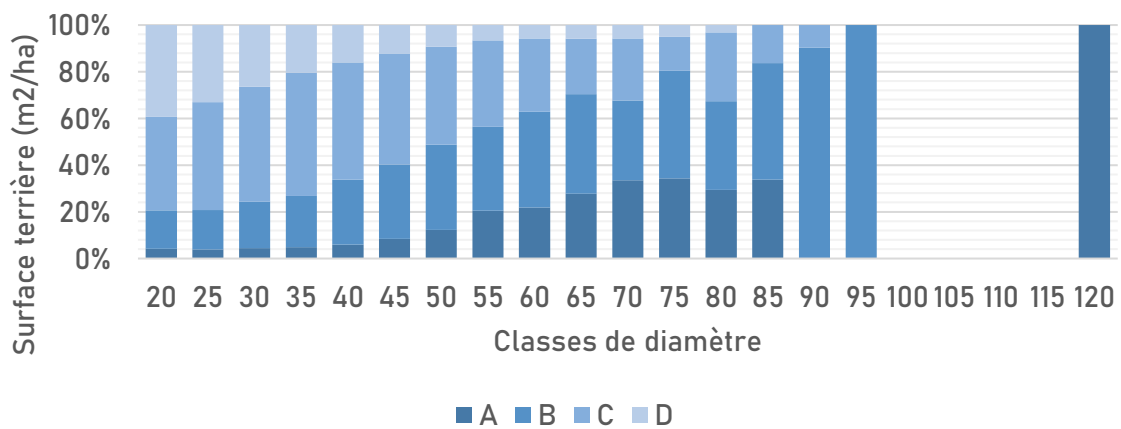
Qualité par classe de diamètre
Cycle 1

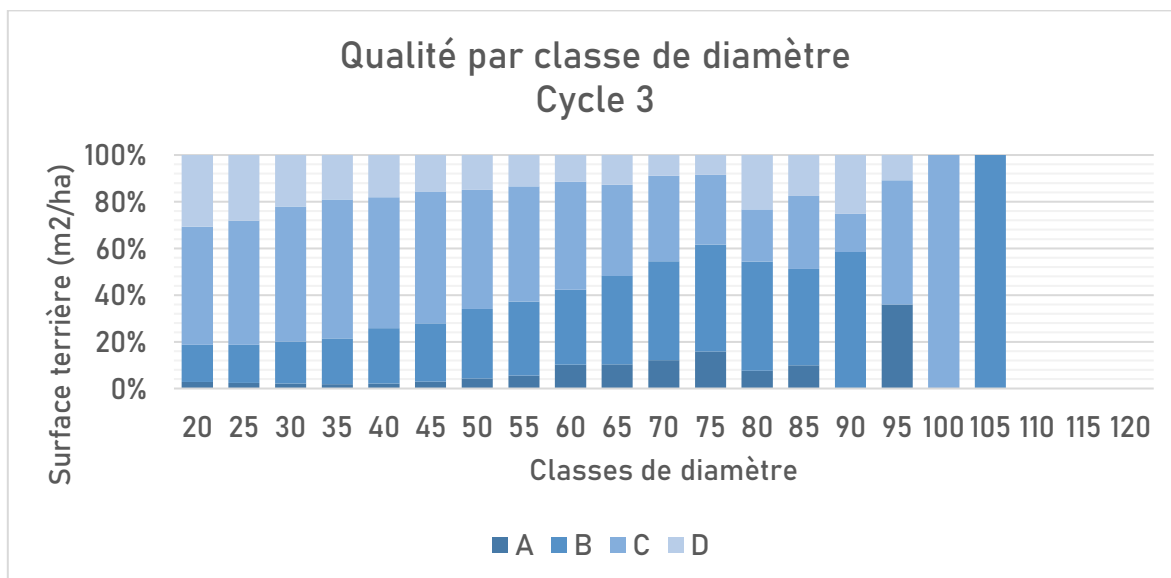


Qualité par classe de diamètre
Cycle 3



Qualité par classe de diamètre
Cycle 1





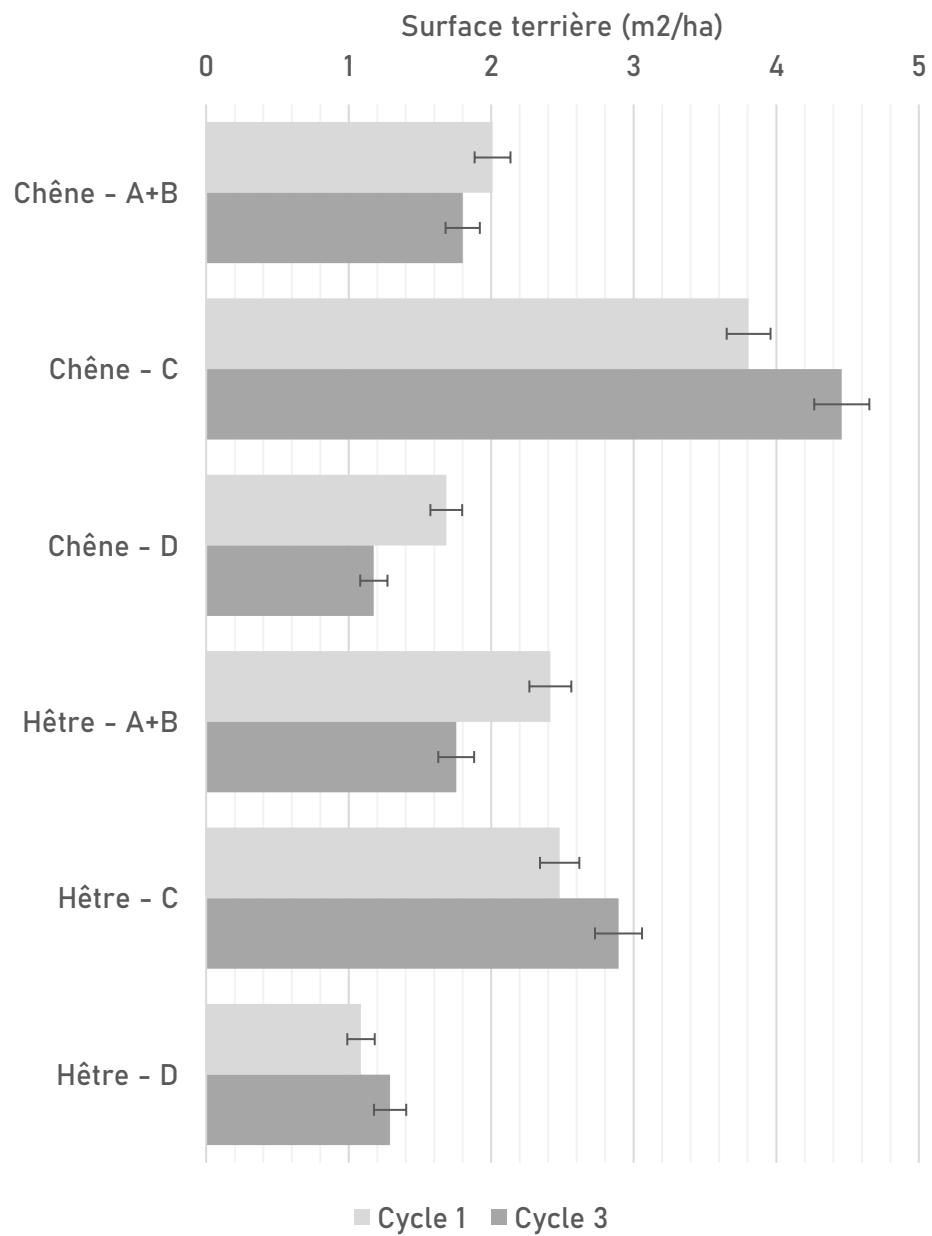
Commentaire sylvicole

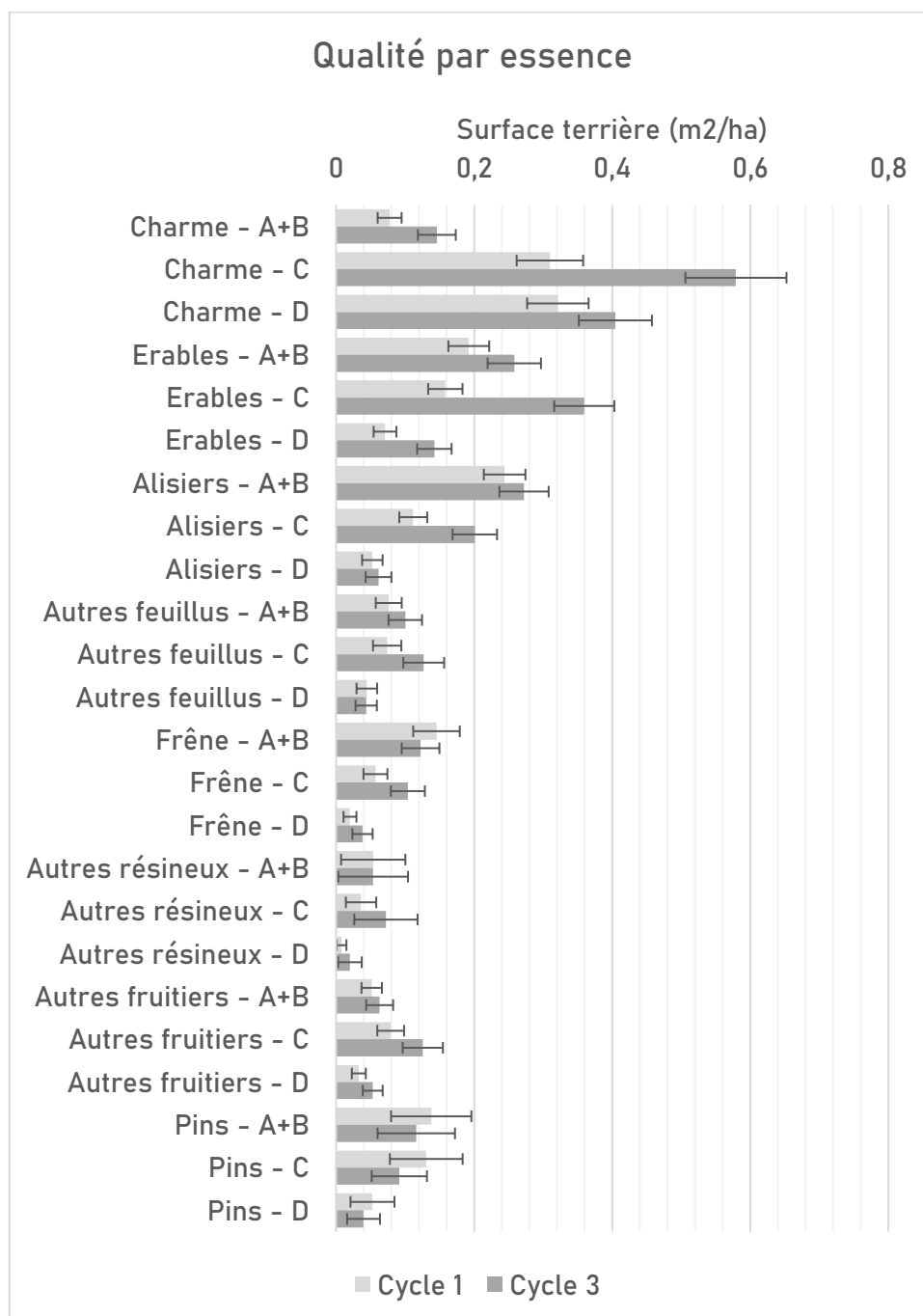
Ces graphiques confirment la capitalisation sur des bois de qualité C essentiellement.

A noter l'augmentation de la part de bois de qualité A ou B avec le diamètre (au cycle 1 comme au cycle 3), qui illustre le travail de sélection progressive des gestionnaires actuels et passés.

4.1.4.4. Qualité et composition en essences

Qualité par essence





Commentaire sylvicole

La quantité de Hêtres et de Chênes de qualité diminue, conformément à la tendance générale observée. En revanche, le capital de feuillus divers est en augmentation dans toutes les qualités, y compris dans la qualité A ou B, bien que la qualité C reste majoritaire.

4.1.5. Accroissement du capital

4.1.5.1. Bilan général de l'accroissement des peuplements

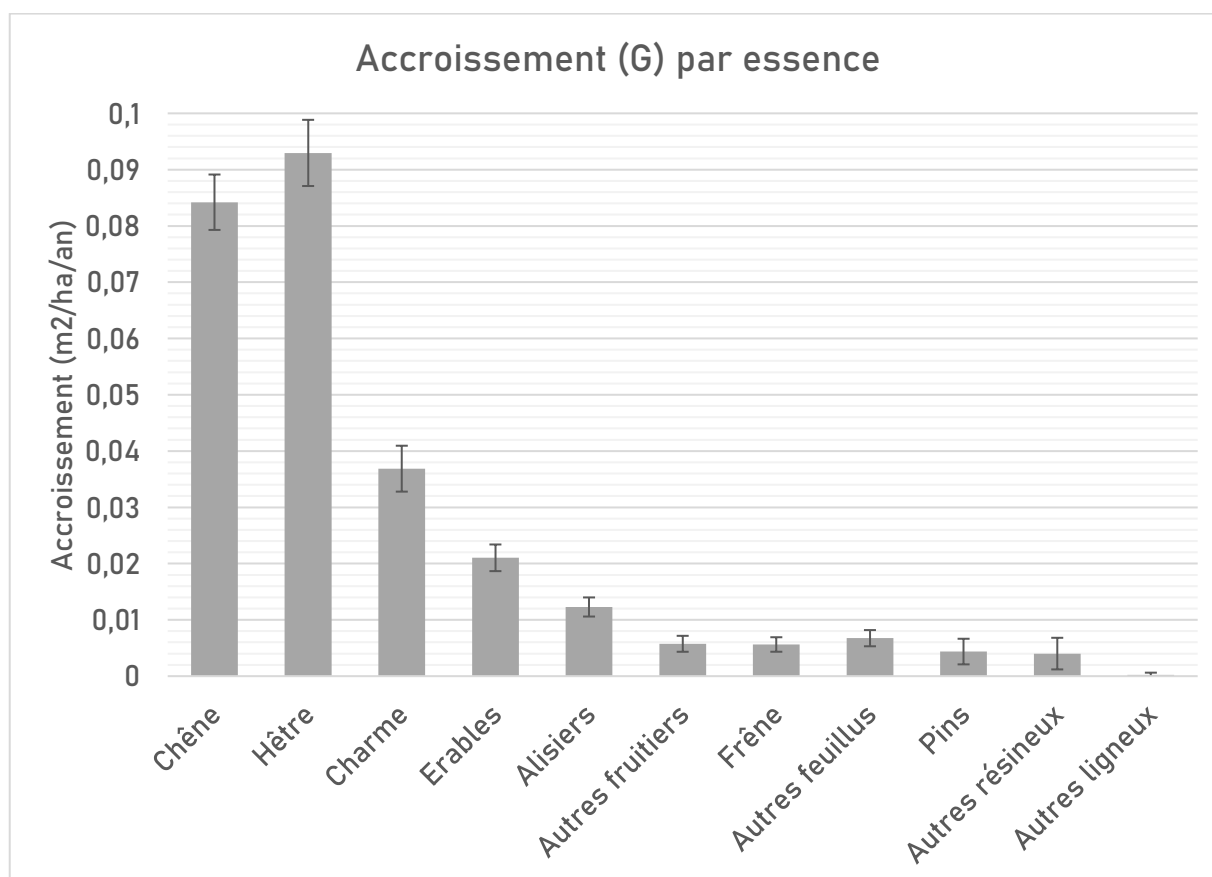
AcctG	AcctV	Taux G	Taux V
m ² /ha/an	m ³ /ha/an	%	%
0,27 ± 0,01	3,25 ± 0,09	1,7 %	1,9 %

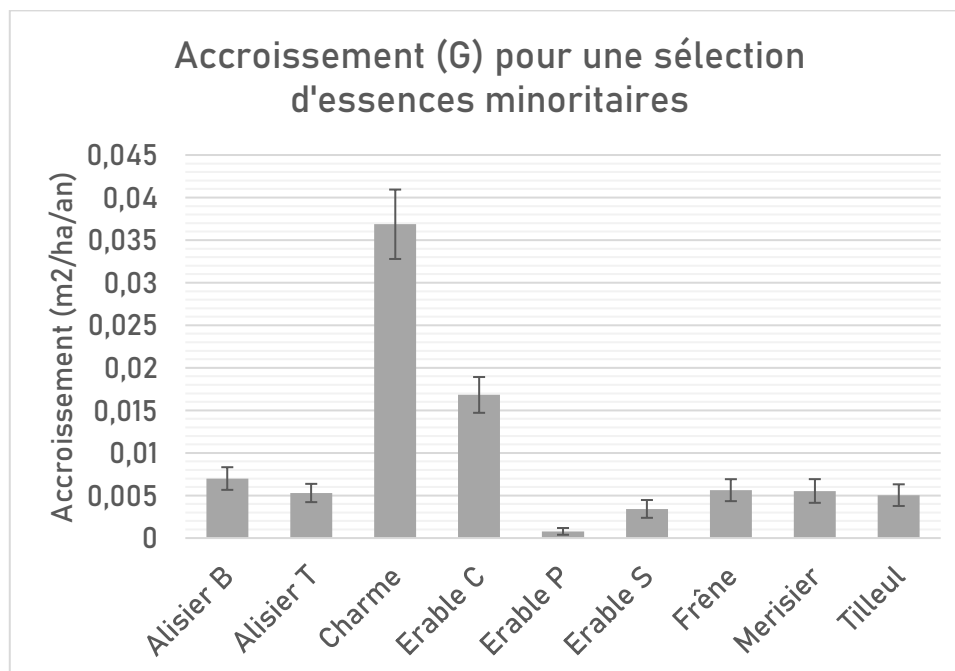
Commentaire sylvicole

L'accroissement des anciens taillis-sous-futaie peut être considéré comme faible.

4.1.5.2. Accroissement et composition des peuplements

	Acct G <i>m²/ha/an</i>	Surface terrière (cycle 3) <i>m²/ha</i>	Taux %
Chêne	0,084 ± 0,005 (31 %)	7,46 ± 0,27 (44 %)	1,1 %
Hêtre	0,093 ± 0,006 (34 %)	5,94 ± 0,28 (35 %)	1,6 %
Charme	0,037 ± 0,004 (13 %)	1,13 ± 0,12 (7 %)	5,2 %
Erables	0,021 ± 0,002 (8 %)	0,76 ± 0,07 (4 %)	5,1 %
Alisiers	0,012 ± 0,002 (4 %)	0,54 ± 0,05 (3 %)	2,9 %
Autres fruitiers	0,006 ± 0,001 (2 %)	0,24 ± 0,04 (1 %)	3,4 %
Frêne	0,006 ± 0,001 (2 %)	0,26 ± 0,05 (2 %)	2,6 %
Autres feuillus	0,007 ± 0,001 (2 %)	0,27 ± 0,05 (2 %)	3,3 %
Pins	0,004 ± 0,002 (2 %)	0,25 ± 0,1 (1 %)	1,4 %
Autres résineux	0,004 ± 0,003 (1 %)	0,13 ± 0,08 (1 %)	3,5 %
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0,01 (0 %)	61,7 %





Commentaire sylvicole

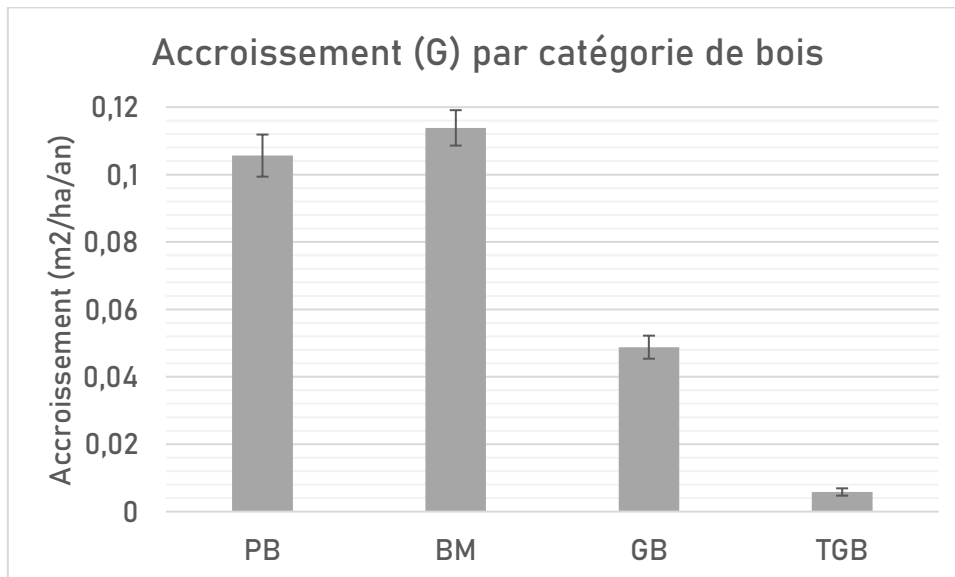
Le Chêne, qui représente presque la moitié du capital, ne contribue qu'à un tiers de l'accroissement. L'accroissement du Hêtre reste relativement faible également. Les essences minoritaires, notamment le Charme et les Erables, ont les meilleurs taux d'accroissements.

Note : le taux de croissance élevé des « autres ligneux » est un artefact lié au très faible nombre de données.

4.1.5.3. Accroissement et structure des peuplements

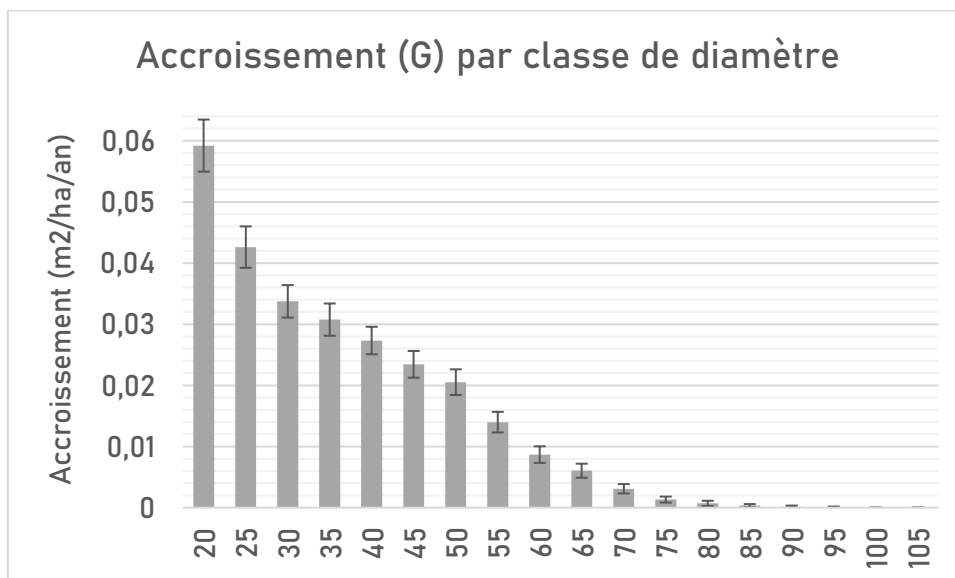
4.1.5.3.1. Accroissement par catégorie de bois

	Acct G <i>m²/ha/an</i>	Surface terrière (cycle 3) <i>m²/ha</i>	Taux %
PB	0,106 ± 0,006 (39 %)	3,52 ± 0,17 (21 %)	2,4 %
BM	0,114 ± 0,005 (42 %)	8,49 ± 0,22 (50 %)	1,4 %
GB	0,049 ± 0,003 (18 %)	4,4 ± 0,18 (26 %)	1,6 %
TGB	0,006 ± 0,001 (2 %)	0,56 ± 0,06 (3 %)	2,1 %



4.1.5.3.2. Accroissement par classe de diamètre

	Acct G <i>m²/ha/an</i>	Surface terrière (cycle 3) <i>m²/ha</i>	Taux <i>%</i>
20	0,059 ± 0,004 (22 %)	1,48 ± 0,1 (9 %)	3,1 %
25	0,043 ± 0,003 (16 %)	1,89 ± 0,11 (11 %)	1,8 %
30	0,034 ± 0,003 (12 %)	2,11 ± 0,1 (12 %)	1,5 %
35	0,031 ± 0,003 (11 %)	2,29 ± 0,1 (14 %)	1,4 %
40	0,027 ± 0,002 (10 %)	2,14 ± 0,1 (13 %)	1,3 %
45	0,023 ± 0,002 (9 %)	1,99 ± 0,1 (12 %)	1,4 %
50	0,021 ± 0,002 (8 %)	1,71 ± 0,09 (10 %)	1,6 %
55	0,014 ± 0,002 (5 %)	1,33 ± 0,08 (8 %)	1,6 %
60	0,009 ± 0,001 (3 %)	0,89 ± 0,07 (5 %)	1,6 %
65	0,006 ± 0,001 (2 %)	0,55 ± 0,05 (3 %)	1,8 %
70	0,003 ± 0,001 (1 %)	0,32 ± 0,04 (2 %)	2,1 %
75	0,001 ± 0 (0 %)	0,13 ± 0,03 (1 %)	2 %
80	0,001 ± 0 (0 %)	0,07 ± 0,02 (0 %)	2,1 %
85	0 ± 0 (0 %)	0,03 ± 0,01 (0 %)	5,2 %
90	0 ± 0 (0 %)	0,01 ± 0 (0 %)	4,8 %
95	0 ± 0 (0 %)	0,01 ± 0 (0 %)	4,9 %
100	0	0 ± 0 (0 %)	0
105	0	0 ± 0 (0 %)	0

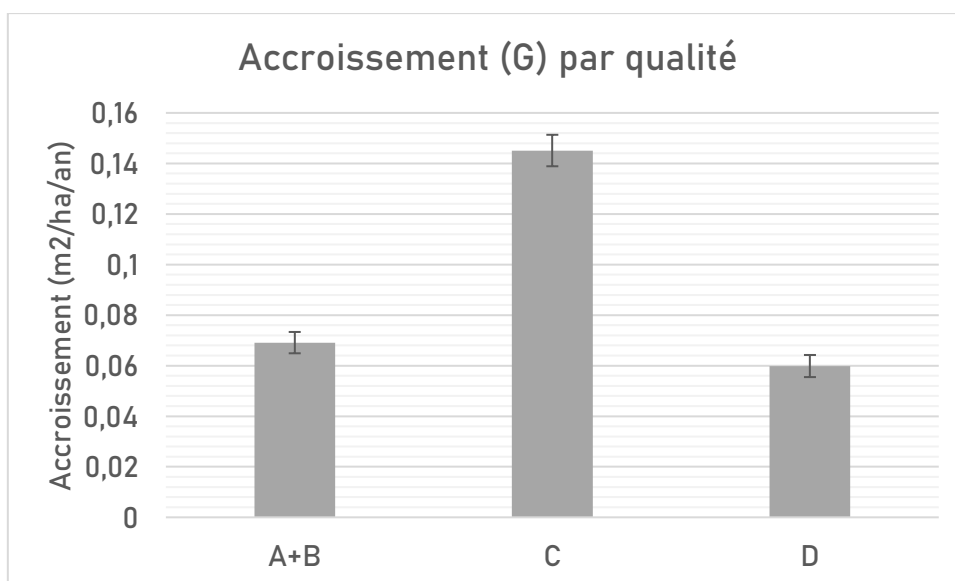


Commentaire sylvicole

Les PB représentent presque 40 % de l'accroissement pour seulement 20 % du capital. Ces PB sont riches en feuillus divers : le paragraphe précédent a montré que ces essences avaient un bon taux d'accroissement. A l'inverse, les BM et GB ont des taux d'accroissement plus faibles ; les BM marquant le « creux ». Ces résultats sont à mettre en perspective de la composition dans ces catégories de bois. Le compartiment « BM de Chêne » pèse visiblement assez lourd dans la faiblesse de l'accroissement constaté.

4.1.5.4. Accroissement et qualité

	Acct G <i>m²/ha/an</i>	Surface terrière (cycle 3) <i>m²/ha</i>	Taux %
A+B	0,069 ± 0,004 (25 %)	4,69 ± 0,2 (28 %)	1,3 %
C	0,145 ± 0,006 (53 %)	9,01 ± 0,23 (53 %)	2 %
D	0,06 ± 0,004 (22 %)	3,28 ± 0,16 (19 %)	1,8 %



Commentaire sylvicole

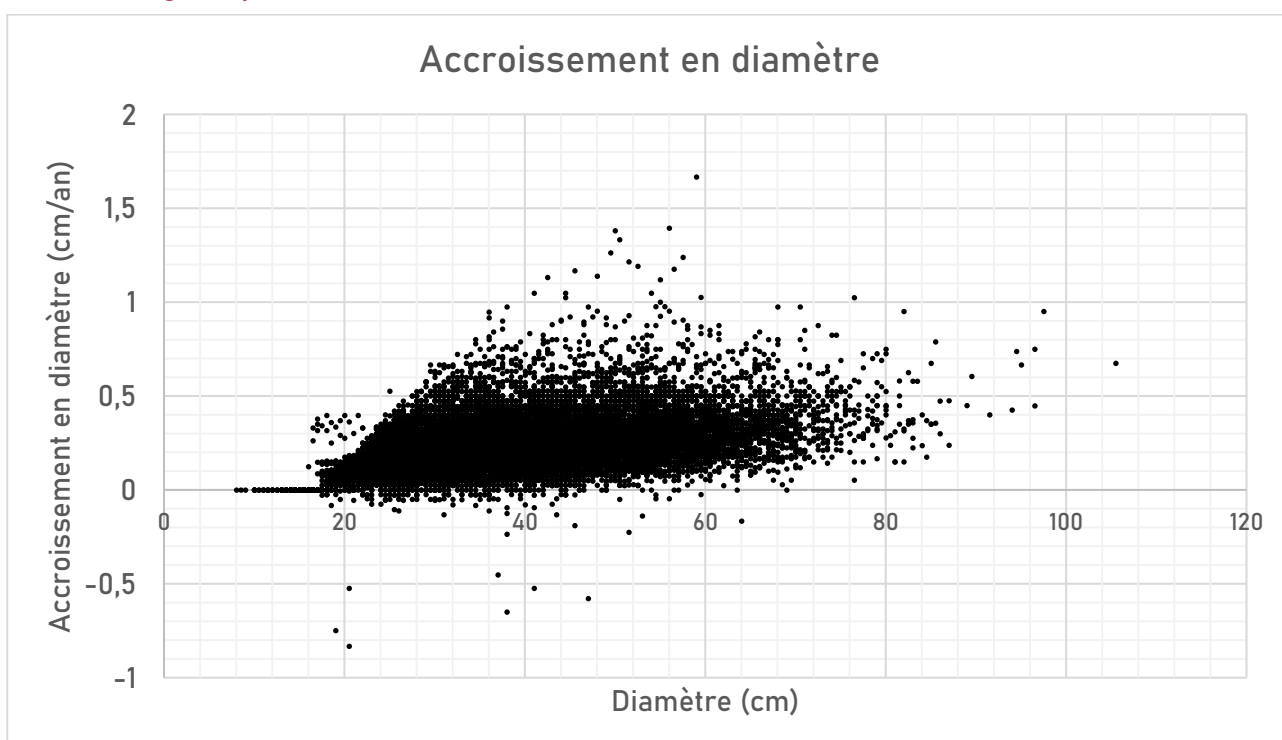
L'accroissement par qualité est globalement proportionnel au capital, ce qui est un résultat assez naturel. Le taux d'accroissement de la qualité A ou B, calculé à partir du capital initial, est le plus faible. La gestion ne parvient pas vraiment à reporter l'accroissement sur le capital de meilleure qualité.

4.1.6. Accroissement en diamètre

Les résultats sont calculés à partir de la population d'arbres mesurés aux deux inventaires, sans pondération.

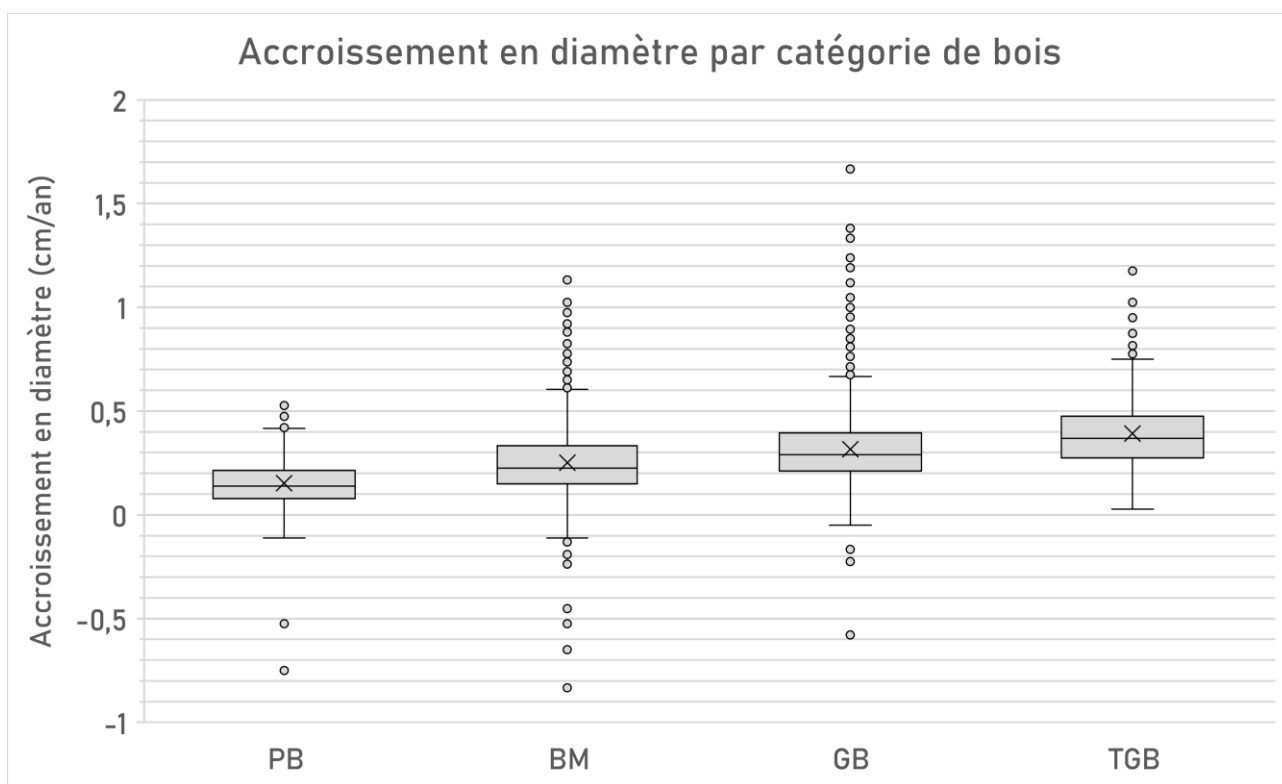
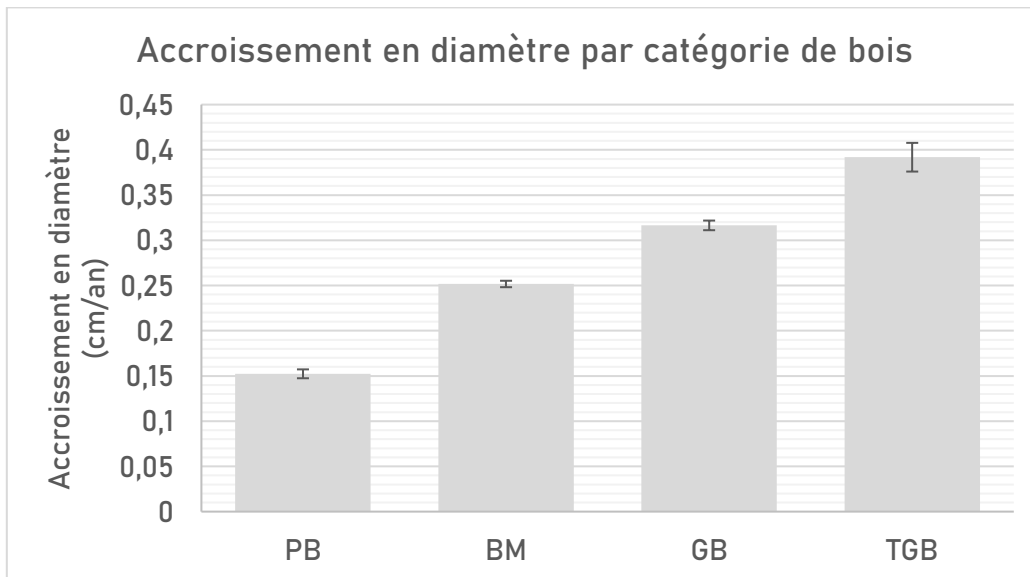
4.1.6.1. Accroissement en diamètre en fonction du diamètre

4.1.6.1.1. Nuage de points



4.1.6.1.2. Catégorie de bois

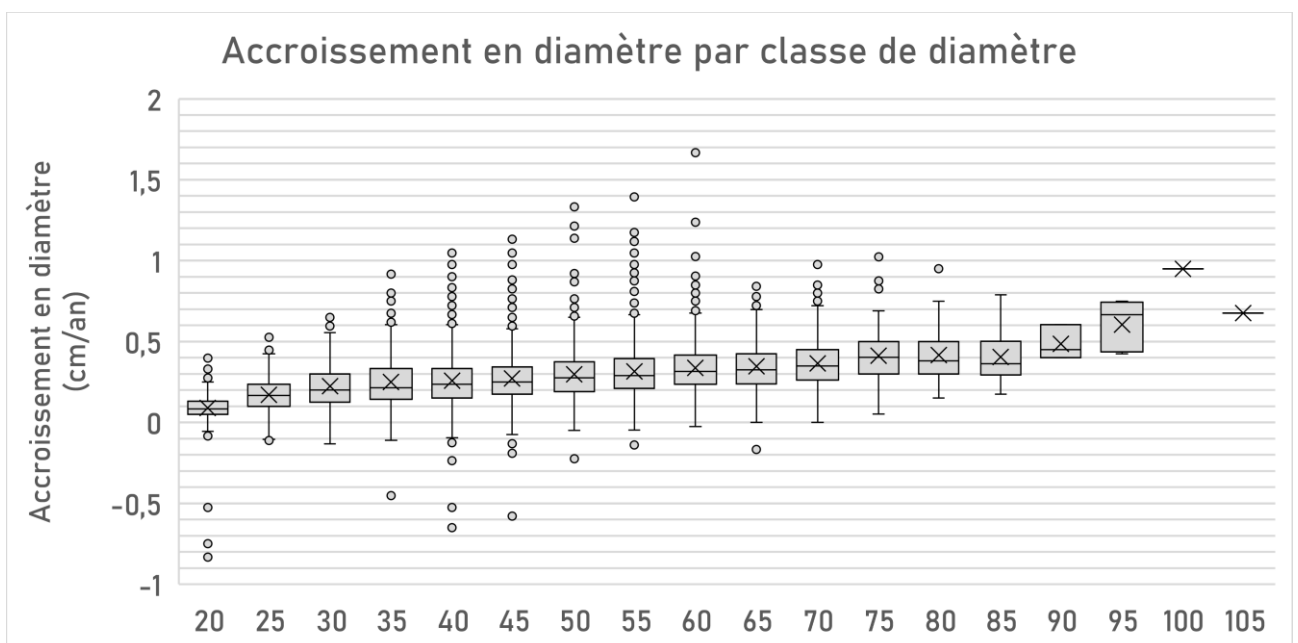
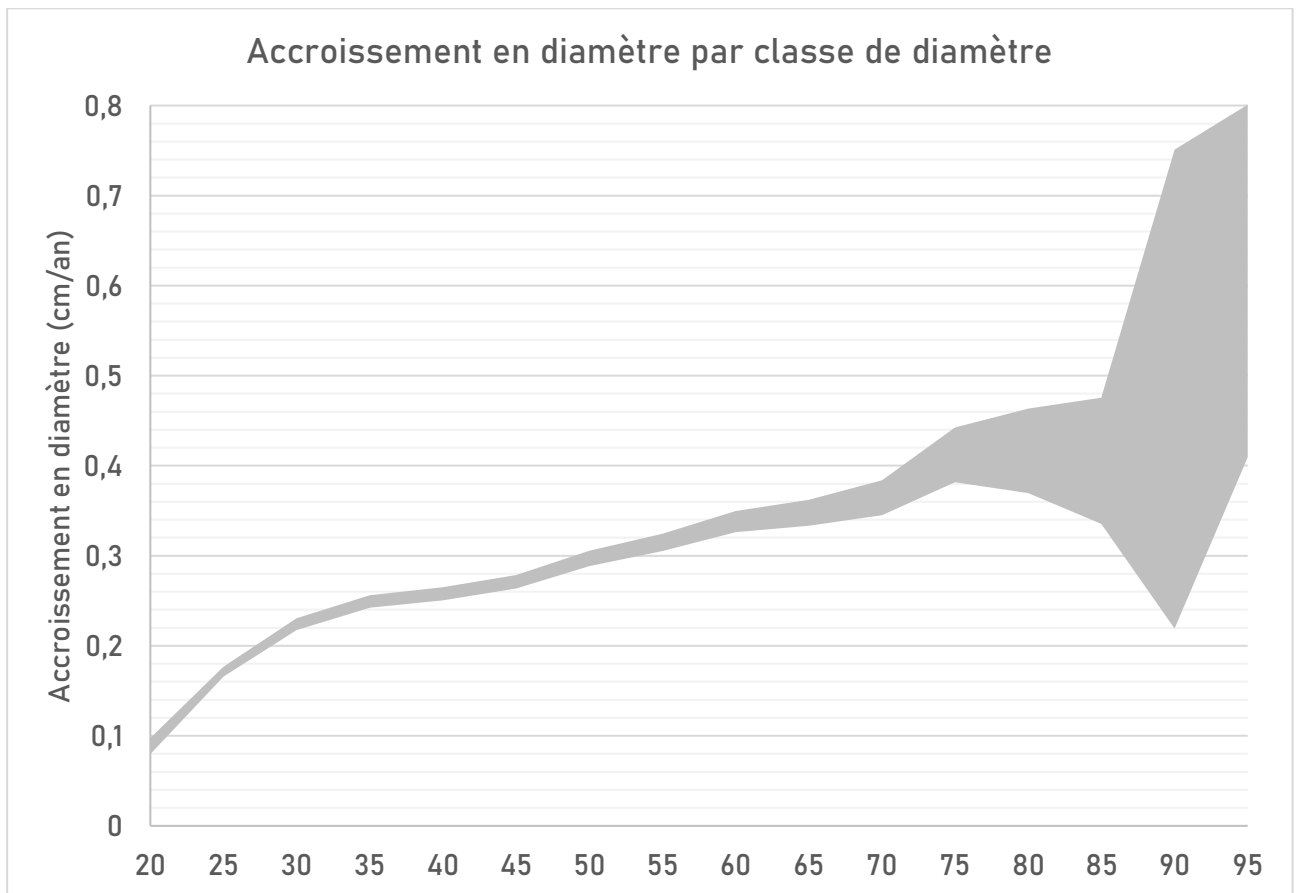
	AcctD (moyenne) <i>cm/an</i>	AcctD (médiane) <i>cm/an</i>	1^{er} quartile <i>cm/an</i>	3^{ème} quartile <i>cm/an</i>
PB	0,15 ± 0	0,14	0,08	0,21
BM	0,25 ± 0	0,23	0,15	0,33
GB	0,32 ± 0,01	0,29	0,21	0,39
TGB	0,39 ± 0,02	0,37	0,28	0,48



4.1.6.1.3. Classes de diamètre

	AcctD (moyenne) <i>cm/an</i>	AcctD (médiane) <i>cm/an</i>	1^{er} quartile <i>cm/an</i>	3^{ème} quartile <i>cm/an</i>
20	0,09 ± 0,01	0,08	0,05	0,13
25	0,17 ± 0,01	0,17	0,1	0,24
30	0,22 ± 0,01	0,2	0,13	0,3
35	0,25 ± 0,01	0,21	0,14	0,33
40	0,26 ± 0,01	0,24	0,15	0,33
45	0,27 ± 0,01	0,25	0,18	0,34
50	0,3 ± 0,01	0,28	0,19	0,38
55	0,31 ± 0,01	0,29	0,21	0,39
60	0,34 ± 0,01	0,32	0,24	0,42

65	$0,35 \pm 0,01$	0,33	0,24	0,43
70	$0,36 \pm 0,02$	0,35	0,26	0,45
75	$0,41 \pm 0,03$	0,4	0,3	0,5
80	$0,42 \pm 0,05$	0,38	0,3	0,5
85	$0,41 \pm 0,07$	0,36	0,31	0,47
90	$0,49 \pm 0,27$	0,45	0,43	0,53
95	$0,61 \pm 0,2$	0,67	0,45	0,74
100	0,95	0,95	0,95	0,95
105	0,95	0,68	0,68	0,68



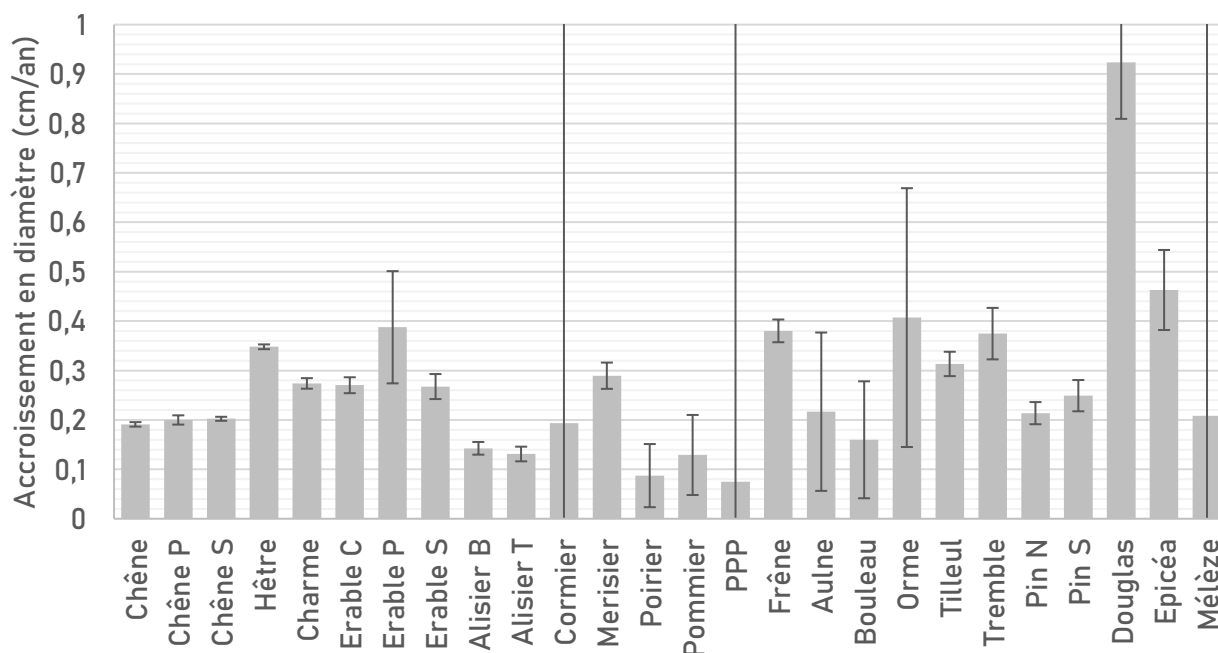
Commentaire sylvicole

L'accroissement sur le diamètre augmente avec le diamètre, ce qui est un résultat généralement observé au sein d'un même peuplement. En futaie irrégulière, il est attendu que la courbe s'aplatisse, car les petits bois profitent du capital modéré pour exprimer leur potentiel. Ce résultat n'est pas tout à fait observé dans le SIGFRA, où les petits bois sortent d'une phase de compression importante, ce qui a sans doute affecté leur réactivité à l'éclaircie.

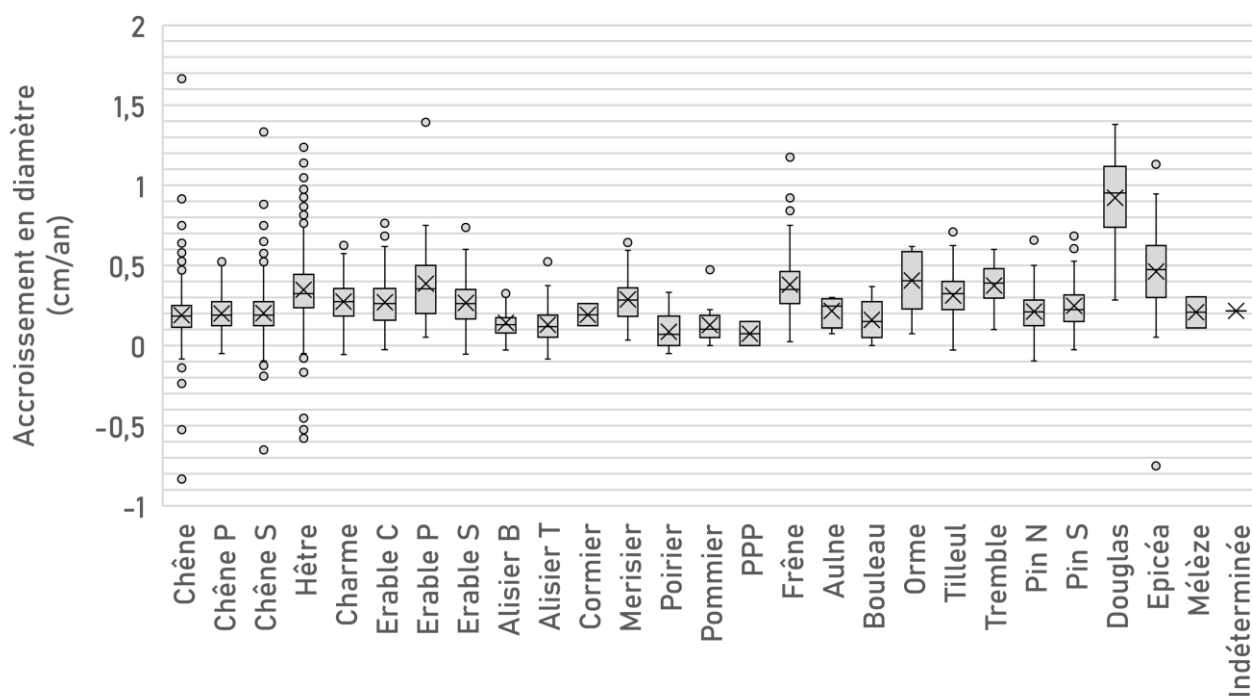
4.1.6.2. Accroissements en diamètre par essence

	AcctD (moyenne)	AcctD (médiane)	1 ^{er} quartile	3 ^{ème} quartile
	<i>cm/an</i>	<i>cm/an</i>	<i>cm/an</i>	<i>cm/an</i>
Chêne	0,19 ± 0	0,18	0,12	0,25
Chêne P	0,2 ± 0,01	0,19	0,13	0,28
Chêne S	0,2 ± 0	0,19	0,13	0,28
Total Chênes	0,2 ± 0	0,18	0,13	0,26
Hêtre	0,35 ± 0	0,33	0,24	0,44
Charme	0,27 ± 0,01	0,28	0,18	0,36
Erable C	0,27 ± 0,02	0,26	0,16	0,36
Erable P	0,39 ± 0,11	0,36	0,21	0,5
Erable S	0,27 ± 0,03	0,26	0,17	0,35
Alisier B	0,14 ± 0,01	0,13	0,08	0,18
Alisier T	0,13 ± 0,01	0,12	0,05	0,19
Cormier	0,19 ± 0,87	0,19	0,16	0,23
Merisier	0,29 ± 0,03	0,29	0,18	0,36
Poirier	0,09 ± 0,06	0,07	0,01	0,14
Pommier	0,13 ± 0,08	0,1	0,05	0,15
PPP	0,08 ± 0,95	0,08	0,04	0,11
Frêne	0,38 ± 0,02	0,35	0,26	0,45
Aulne	0,22 ± 0,16	0,25	0,18	0,28
Bouleau	0,16 ± 0,12	0,15	0,08	0,23
Orme	0,41 ± 0,26	0,4	0,38	0,56
Tilleul	0,31 ± 0,02	0,33	0,23	0,4
Tremble	0,37 ± 0,05	0,39	0,31	0,47
Pin N	0,21 ± 0,02	0,21	0,13	0,29
Pin S	0,25 ± 0,03	0,23	0,15	0,32
Douglas	0,92 ± 0,11	0,95	0,75	1,08
Epicéa	0,46 ± 0,08	0,48	0,31	0,6
Mélèze	0,21 ± 1,24	0,21	0,16	0,26

Accroissement en diamètre par essence



Accroissement en diamètre par essence



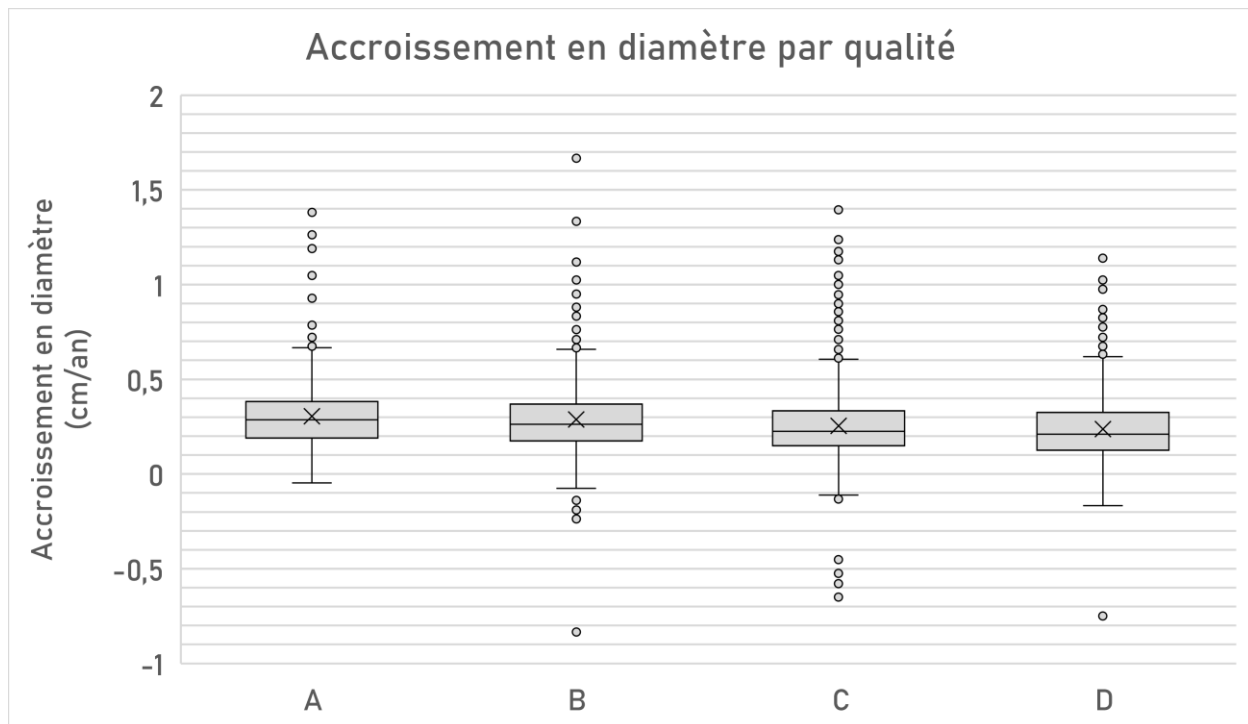
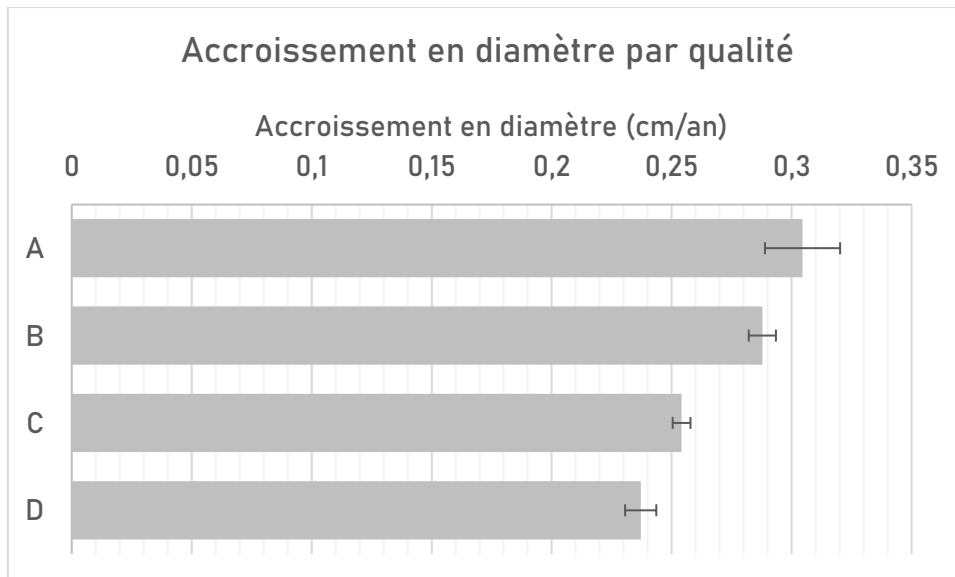
Commentaire sylvicole

Les résultats d'accroissement sur le diamètre sont concordants avec les connaissances, qu'ils précisent. Le Hêtre, le Charme, les Erables, le Merisier et le Frêne, malgré la charlarose, ont les accroissements les plus forts.

Les Alisiers poussent plus lentement, ainsi que les Chênes. Ce résultat confirme les données issues de la première remesure. Le faible accroissement des Chênes pose la question de leur exploitabilité à des diamètres inférieurs aux usages en vigueur.

4.1.6.3. Accroissements en diamètre par qualité

	AcctD (moyenne) <i>cm/an</i>	AcctD (médiane) <i>cm/an</i>	1 ^{er} quartile <i>cm/an</i>	3 ^{ème} quartile <i>cm/an</i>
A	0,3 ± 0,02	0,29	0,19	0,38
B	0,29 ± 0,01	0,26	0,18	0,37
C	0,25 ± 0	0,23	0,15	0,33
D	0,24 ± 0,01	0,21	0,13	0,33

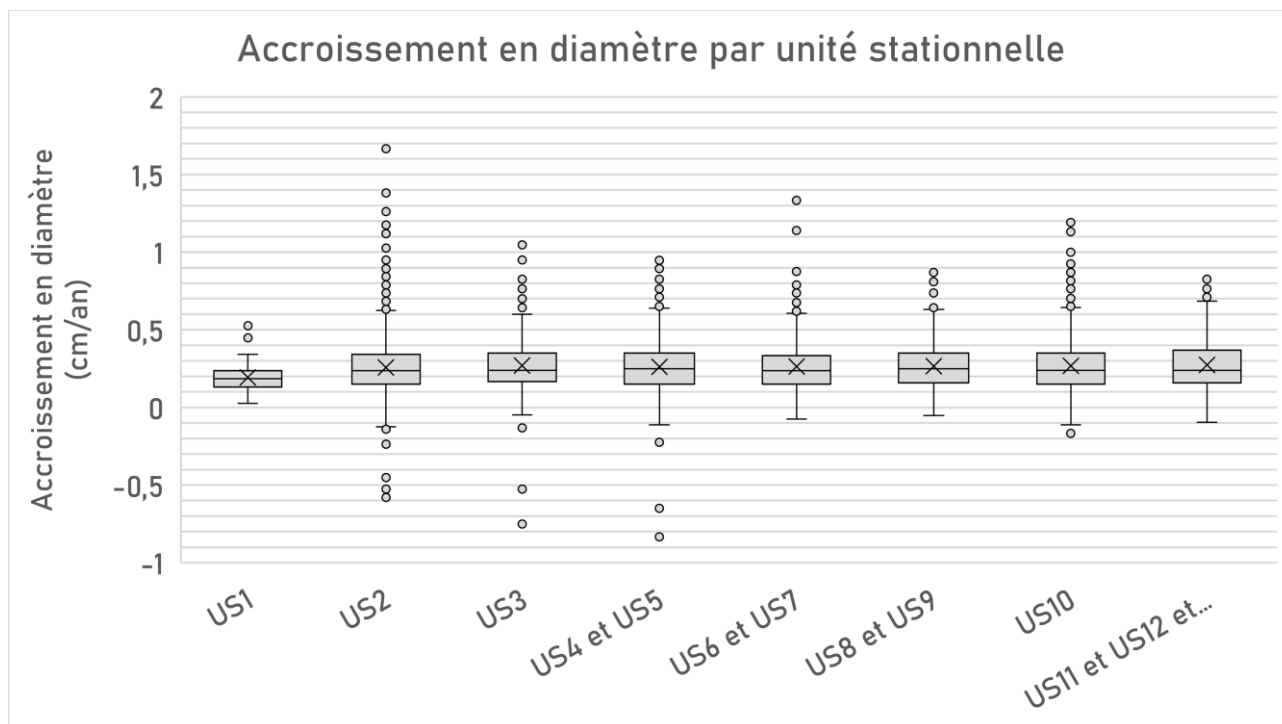
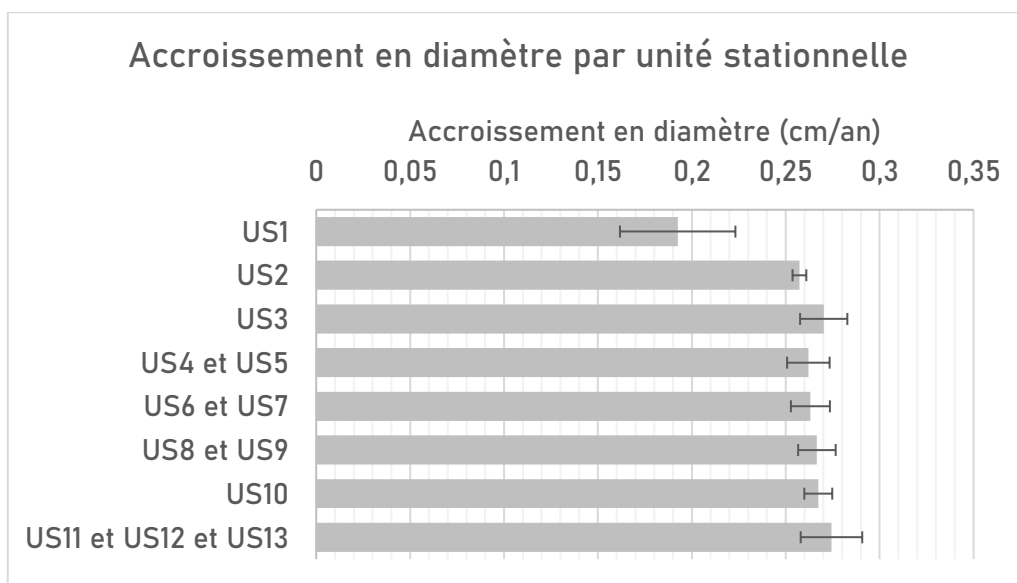


Commentaire sylvicole

Les arbres de meilleure qualité poussent plus vite. Attention, ce résultat masque des effets probable du diamètre : dans le jeu de données, il y a beaucoup de petits bois de faible qualité, et il a été montré que les petits bois poussaient moins vite que les plus gros.

4.1.6.4. Variabilité stationnelle

	AcctD (moyenne) <i>cm/an</i>	AcctD (médiane) <i>cm/an</i>	1^{er} quartile <i>cm/an</i>	3^{ème} quartile <i>cm/an</i>
US1	0,19 ± 0,03	0,18	0,13	0,24
US2	0,26 ± 0	0,24	0,15	0,34
US3	0,27 ± 0,01	0,24	0,17	0,35
US4 et US5	0,26 ± 0,01	0,25	0,15	0,35
US6 et US7	0,26 ± 0,01	0,24	0,15	0,33
US8 et US9	0,27 ± 0,01	0,25	0,16	0,35
US10	0,27 ± 0,01	0,24	0,15	0,35
US11 et US12 et US13	0,27 ± 0,02	0,24	0,16	0,37



Commentaire sylvicole

De manière assez surprenante, mis à par en ce qui concerne la station de plateau la plus superficielle, il est difficile de discriminer les stations par rapport à l'accroissement en diamètre des arbres.

4.1.7. Etat sanitaire

4.1.7.1. Etat sanitaire du Chêne

4.1.7.1.1. Résultats toutes tiges confondues

Chêne		Mortalité des branches (MB)						Total	MB ou MR ≥ 2
		0	1	2	3	4	5		
Manque de ramifications (MR)	0	4%	4%	0%	0%	0%	0%	8%	50%
	1	10%	32%	5%	0%	0%	0%	48%	Arbre dépérissant d'après DEPERIS
	2	3%	20%	9%	1%	0%	0%	33%	
	3	0%	5%	3%	1%	0%	0%	10%	22%
	4	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	
	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Nombre d'observations
	Total	17%	61%	18%	3%	1%	0%	100%	1081

4.1.7.1.2. Résultats par catégorie de bois

Chêne PER-PB		Mortalité des branches (MB)						Total	MB ou MR ≥ 2
		0	1	2	3	4	5		
Manque de ramifications (MR)	0	5%	5%	0%	0%	0%	0%	11%	47%
	1	9%	34%	5%	0%	0%	0%	48%	Arbre dépérissant d'après DEPERIS
	2	4%	16%	10%	1%	0%	0%	31%	
	3	0%	3%	3%	3%	0%	0%	10%	21%
	4	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	
	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Nombre d'observations
	Total	18%	59%	18%	4%	1%	0%	100%	318

Chêne BM		Mortalité des branches (MB)						Total	MB ou MR ≥ 2
		0	1	2	3	4	5		
Manque de ramifications (MR)	0	3%	3%	0%	0%	0%	0%	6%	50%
	1	11%	33%	5%	0%	0%	0%	49%	Arbre dépérissant d'après DEPERIS
	2	2%	22%	8%	1%	0%	0%	34%	
	3	0%	5%	3%	1%	0%	0%	10%	21%
	4	0%	0%	0%	1%	0%	0%	2%	
	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Nombre d'observations
	Total	16%	63%	17%	3%	0%	0%	100%	533

Chêne GB-TGB		Mortalité des branches (MB)						Total	MB ou MR ≥ 2
		0	1	2	3	4	5		
Manque de ramifications (MR)	0	3%	3%	0%	0%	0%	0%	7%	53%
	1	12%	28%	4%	0%	0%	0%	44%	Arbre dépérissant d'après DEPERIS
	2	3%	21%	11%	1%	0%	0%	37%	
	3	0%	4%	4%	1%	0%	0%	10%	24%

	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Nombre d'observations
	Total	49%	42%	6%	2%	0%	0%	100%	295

Commentaire sylvicole

L'état de santé des Chênes peut être considéré comme préoccupant, puisqu'un arbre sur cinq peut être considéré comme dépérissant d'après les mesures DEPERIS. Ces chiffres reflètent sans doute assez bien le peu de vigueur de ces arbres. En revanche, il ne correspond sans doute pas à un dépérissement récent de la population de Chêne, mais plutôt à un état dégradé ancien et maintenu. Un suivi dans le temps serait nécessaire pour conclure. A noter que les placettes DSF pourraient apporter des compléments d'informations.

L'état de santé du Hêtre est un peu meilleur, ce qui est étonnant, compte tenu des observations du gestionnaire. Attention, le DEPERIS ne s'intéresse qu'au houppier, or une partie des dégradations sanitaires du Hêtre se manifestent d'abord au niveau de l'écorce.

La catégorie de bois ne semble pas jouer un rôle primordial dans l'état de santé des arbres.

4.2. Peuplement non-précomptable

4.2.1. Bilan général du peuplement non-précomptable

Le tableau ci-dessous présente les principaux résultats quantifiant le capital non-précomptable. Le compartiment des perches, distingué ici par souci de précision, sera développé dans un paragraphe propre.

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume total <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
Cycle 1	4,1 ± 0,2	27 ± 1	511 ± 25
<i>Taillis et Perches non-récupérables</i>	3,7	26	490
<i>Perches récupérables</i>	0,4	2	21
Cycle 3	2,3 ± 0,1	14 ± 1	235 ± 13
<i>Taillis et Perches non-récupérables</i>	1,8	12	209
<i>Perches récupérables</i>	0,5	2	26

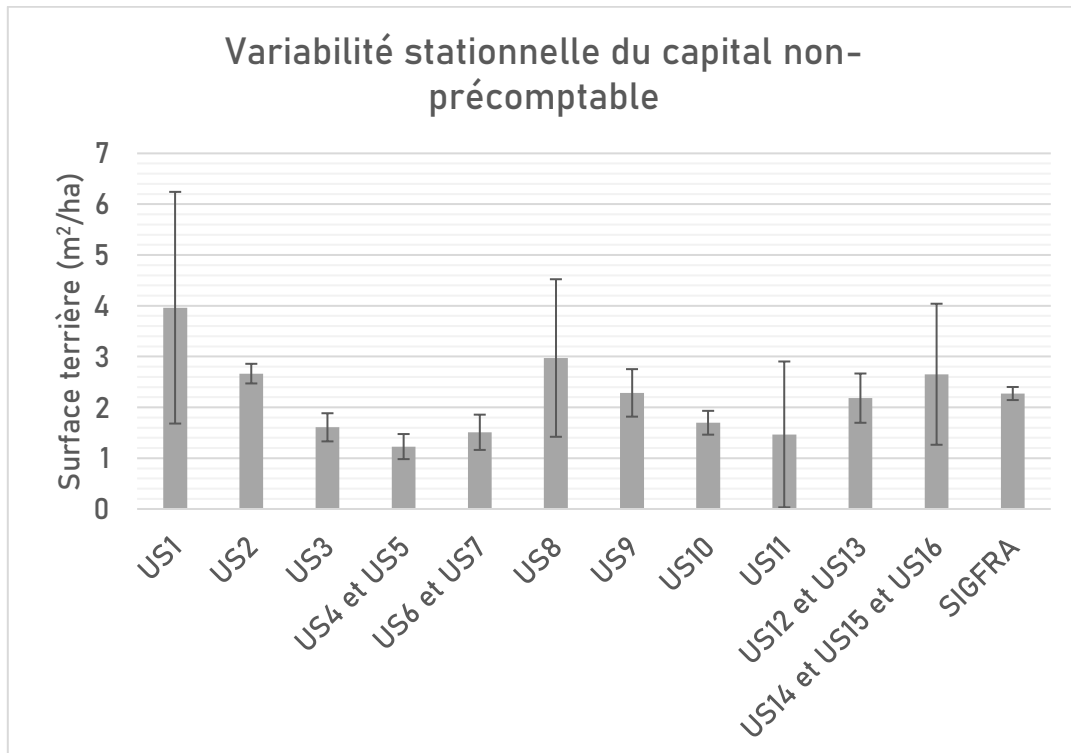
Tableau 4 – Evolution du capital non-précomptable

4.2.2. Variabilité stationnelle

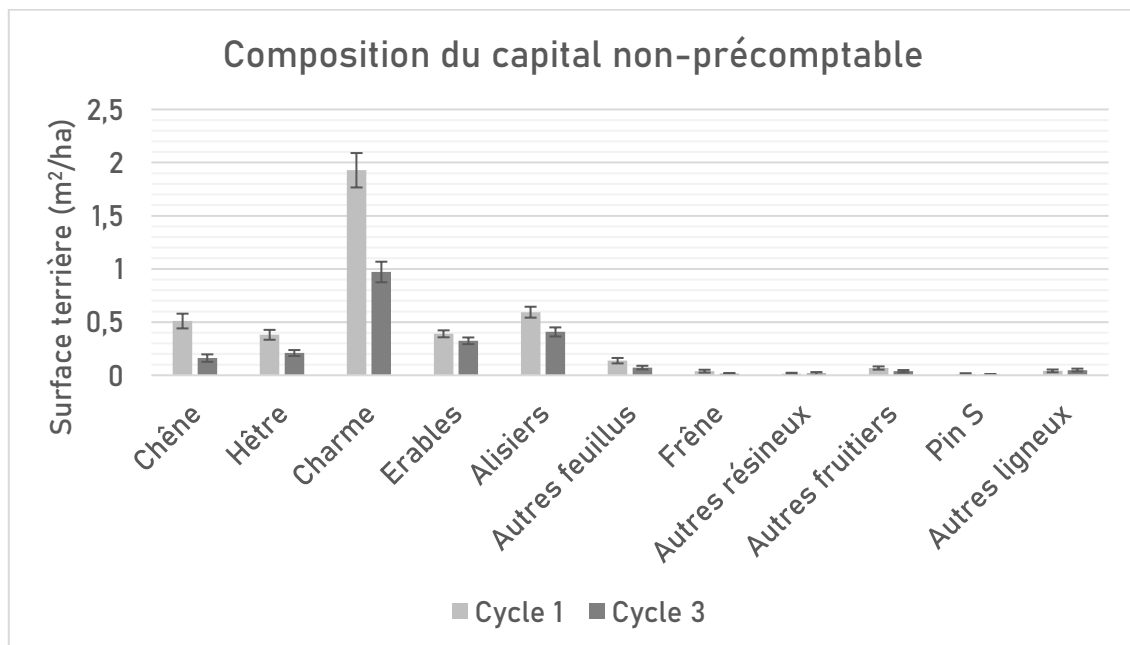
	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
US1	4 ± 2,3	24 ± 15	405 ± 257
US2	2,7 ± 0,2	17 ± 1	279 ± 19
US3	1,6 ± 0,3	10 ± 2	166 ± 27
US4 et US5	1,2 ± 0,2	8 ± 2	125 ± 25
US6 et US7	1,5 ± 0,3	9 ± 2	152 ± 33
US8	3 ± 1,6	18 ± 10	265 ± 105
US9	2,3 ± 0,5	14 ± 3	219 ± 47
US10	1,7 ± 0,2	10 ± 1	177 ± 24
US11	1,5 ± 1,4	10 ± 10	147 ± 136
US12 et US13	2,2 ± 0,5	14 ± 3	215 ± 49

US14 et US15 et US16	$2,7 \pm 1,4$	18 ± 8	211 ± 108
----------------------	---------------	------------	---------------

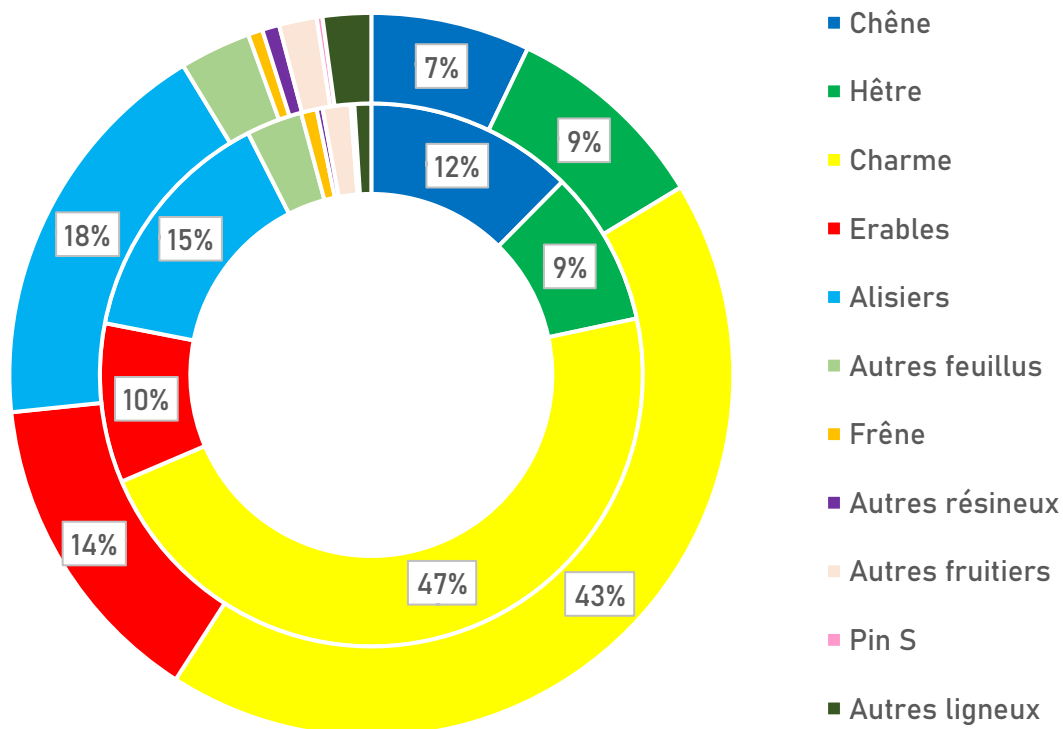
Tableau 5 – Variabilité stationnelle du capital non-précomptable



4.2.3. Composition en essences



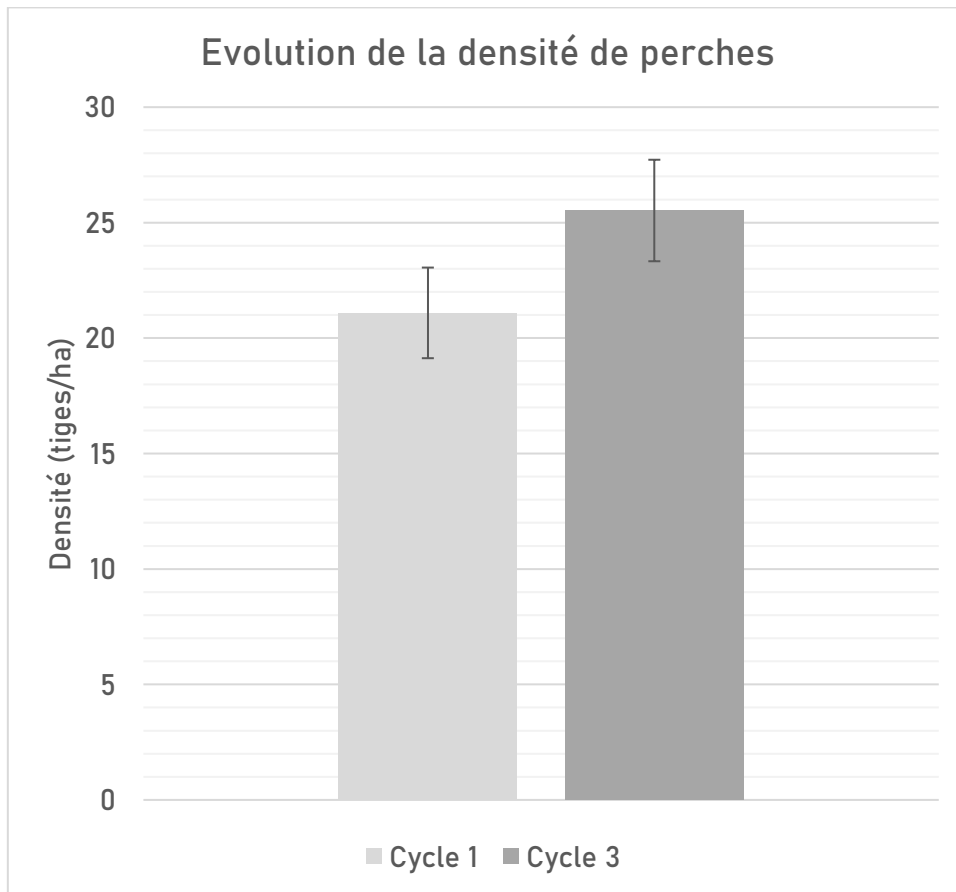
Répartition des essences dans le capital non-précomptable (surface terrière)



4.3. Perches

4.3.1. Bilan global des Perches

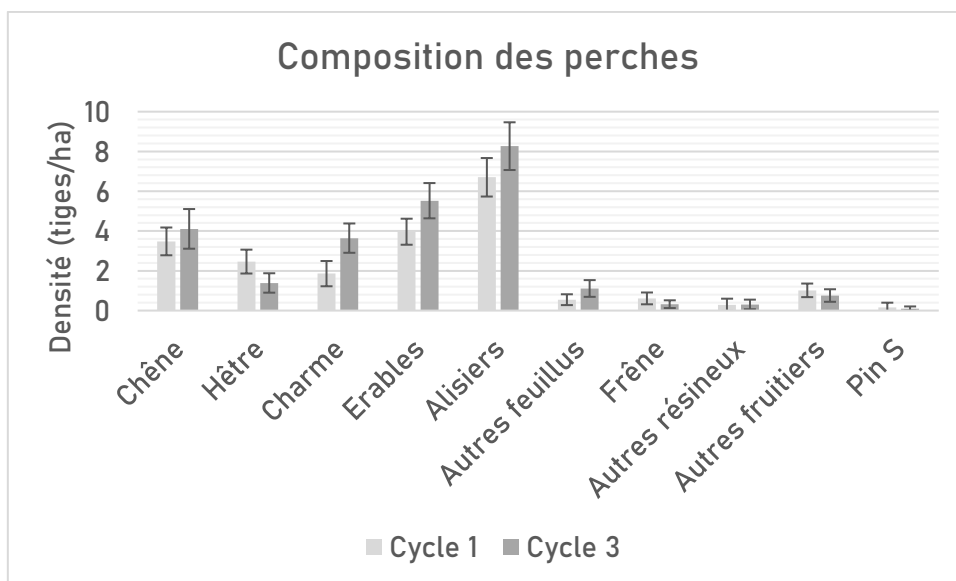
	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
Cycle 1	0,4 ± 0	1,6 ± 0,2	21,1 ± 2
Cycle 3	0,5 ± 0	2 ± 0,2	25,5 ± 2,2



Commentaire sylvicole

La densité de perches est inférieure aux références de peuplements équilibrés, qui se situent plutôt à 40 perches/ha.

4.3.2. Composition

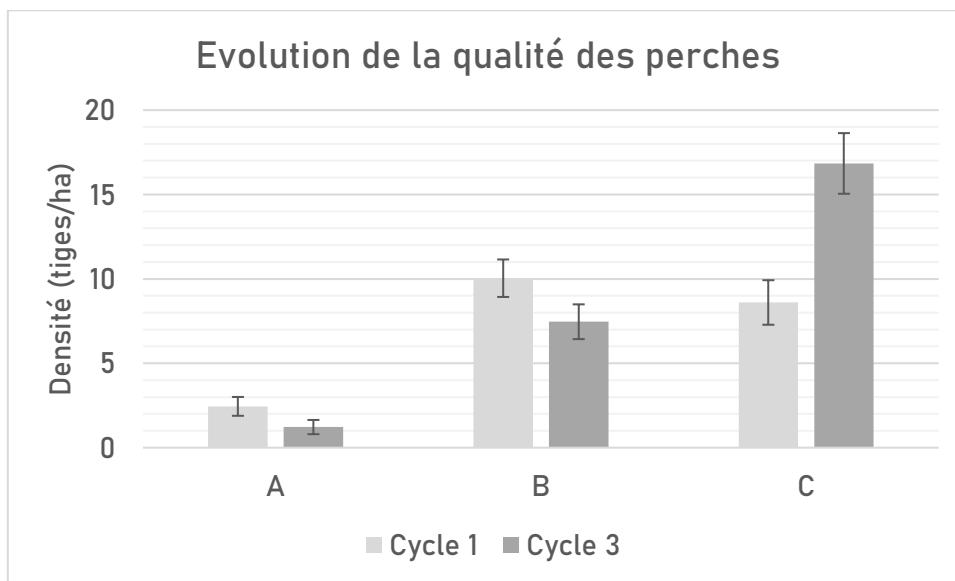


Commentaire sylvicole

La composition des perches reflète celle des petits bois, avec beaucoup de feuillus divers. Les Alisiers sont majoritaires, mais on peut s'attendre à ce que le Charme et les Erables soit tout de même plus dynamiques, au vu des accroissements observés dans les petits bois pour ces essences. Les perches de Chênes doivent être considérées avec précaution : il peut s'agir d'arbres peu vigoureux et leur participation à l'avenir du peuplement peut être questionnée.

4.3.3. Qualité

4.3.3.1. Evolution de la densité de Perches par qualité

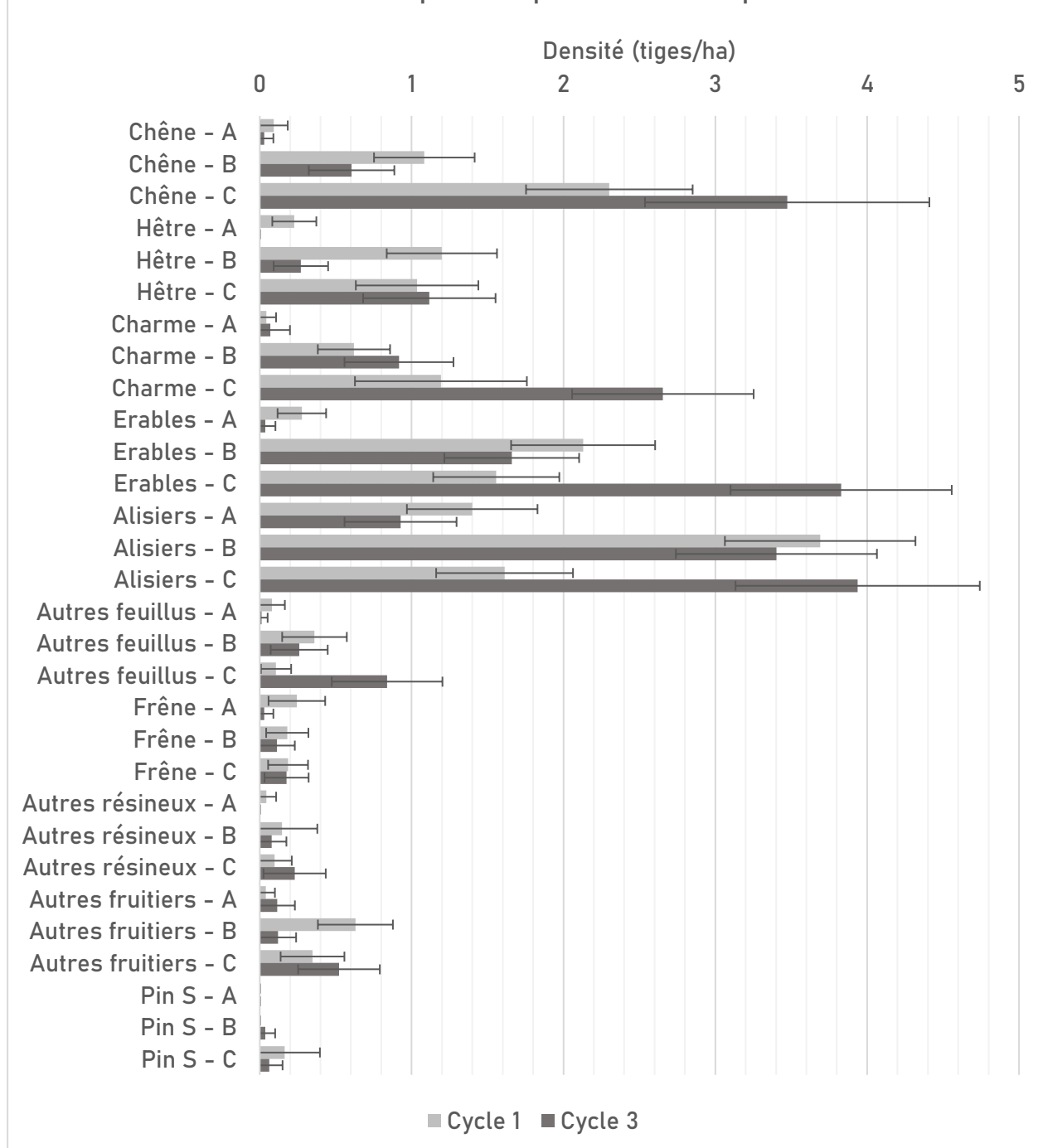


Commentaire sylvicole

L'évolution de la qualité des perches est défavorable. Une hypothèse peut être qu'un certain nombre de perches du cycle 1 a bénéficié de l'éclaircie : les perches « manquantes » sont en réalité passées à la futaie. Reste donc les perches les moins dynamiques et potentiellement les moins bien conformées. Le compartiment des perches n'est plus alimenté, le vieillissement du taillis avant la conversion ayant conduit à la perte des individus de plus petit diamètre. Le prochain relais de production se situe dans la régénération actuelle.

4.3.3.2. Evolution de la densité de Perches par essence et qualité

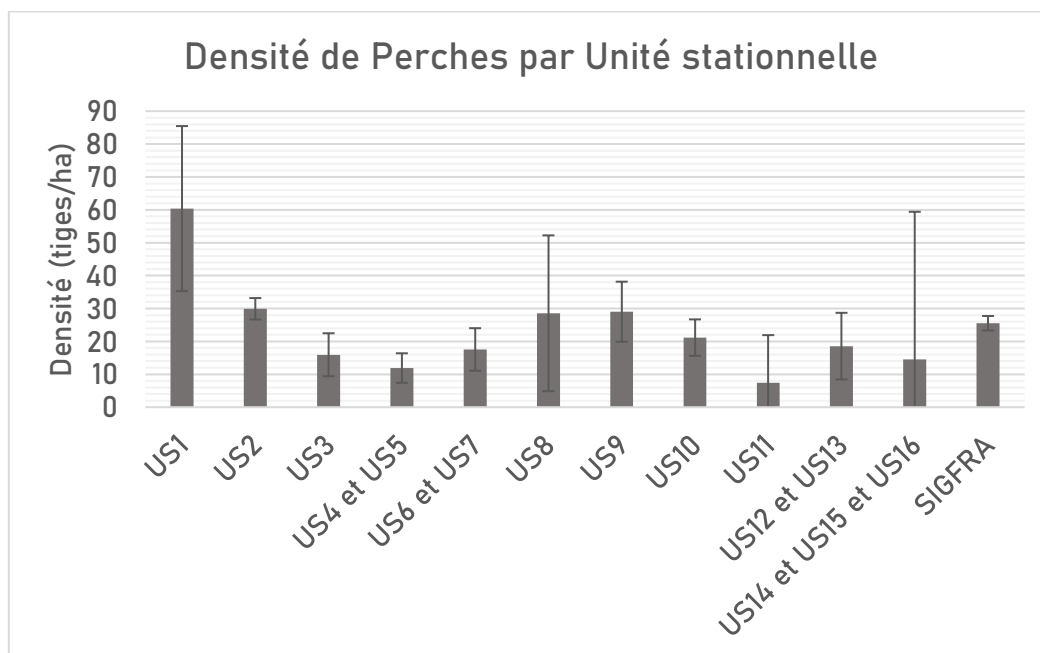
Evolution des perches par essence et qualité



4.3.4. Variabilité stationnelle

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
US1	1 ± 0,4	3,7 ± 1,7	60,4 ± 25,1
US2	0,5 ± 0,1	2,3 ± 0,3	29,9 ± 3,3
US3	0,3 ± 0,1	1,1 ± 0,5	15,9 ± 6,5
US4 et US5	0,2 ± 0,1	0,8 ± 0,3	11,9 ± 4,5
US6 et US7	0,3 ± 0,1	1,3 ± 0,5	17,5 ± 6,5
US8	0,6 ± 0,5	2,9 ± 2,2	28,5 ± 23,7
US9	0,6 ± 0,2	2,4 ± 0,7	29 ± 9,1

US10	0,4 ± 0,1	1,6 ± 0,4	21,2 ± 5,5
US11	0,1 ± 0,2	0,5 ± 1	7,4 ± 14,5
US12 et US13	0,4 ± 0,2	1,7 ± 0,9	18,6 ± 10,1
US14 et US15 et US16	0,3 ± 1	1,6 ± 5	14,6 ± 44,8

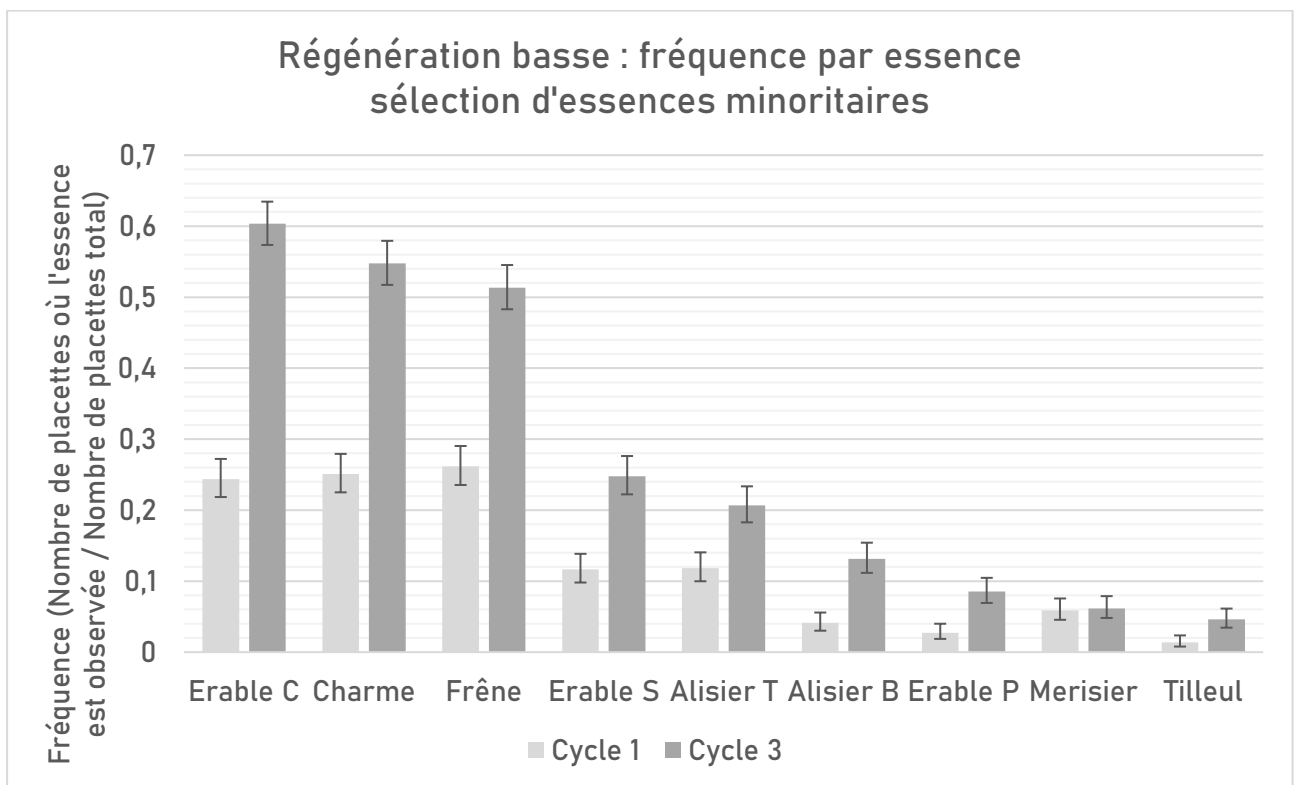
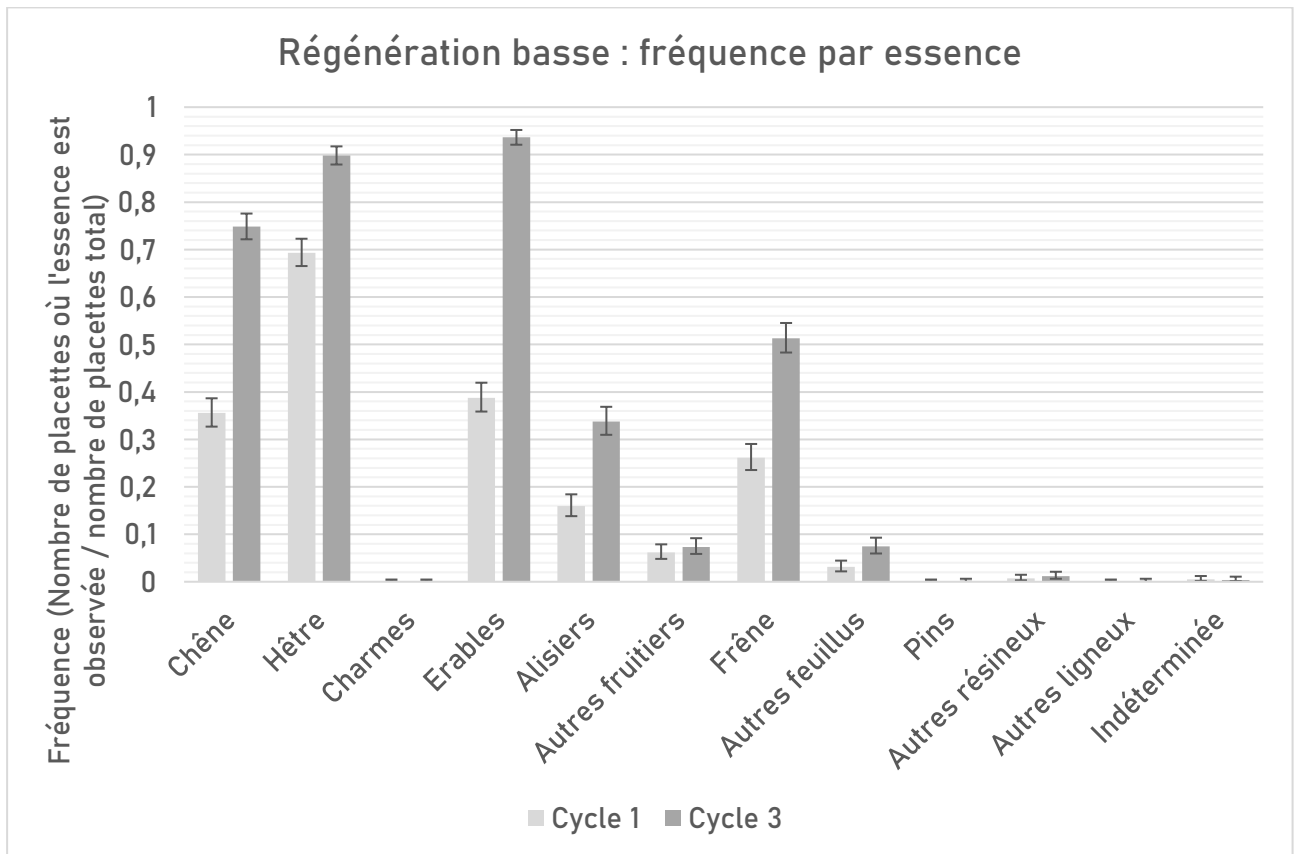


Commentaire sylvicole

La densité de perches est fortement influencée par la station. Les stations superficielles ont globalement un meilleur niveau de perches, bien que ce puissent être des arbres aussi âgés que le peuplement qui les entoure.

4.4. Bilan et évolution de la régénération

4.4.1. Régénération basse

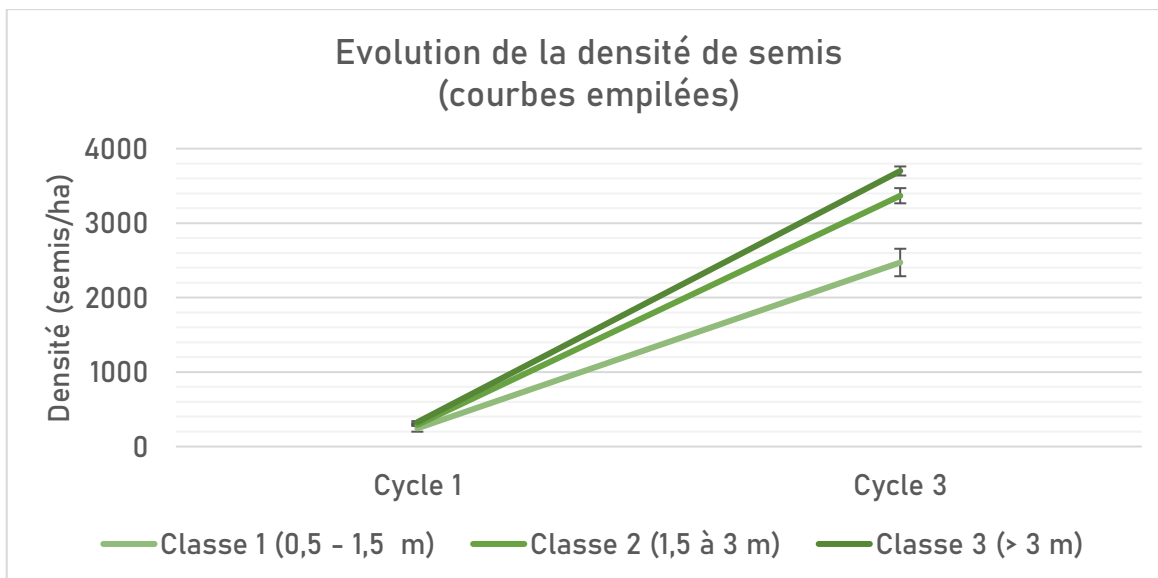


Commentaire sylvicole
 La gestion pratiquée a permis l'installation de semis de la majorité des essences typiques des plateaux calcaires, de manière bien répartie dans la forêt.

4.4.2. Régénération > 50 cm

4.4.2.1. Résultats généraux

	Classe 1 (0,5 - 1,5 m) <i>semis/ha</i>	Classe 2 (1,5 à 3 m) <i>semis/ha</i>	Classe 3 (> 3 m) <i>semis/ha</i>	Total <i>semis/ha</i>
Cycle 1	244 ± 46	46 ± 14	36 ± 14	327
Cycle 3	2472 ± 184	897 ± 102	332 ± 61	3700



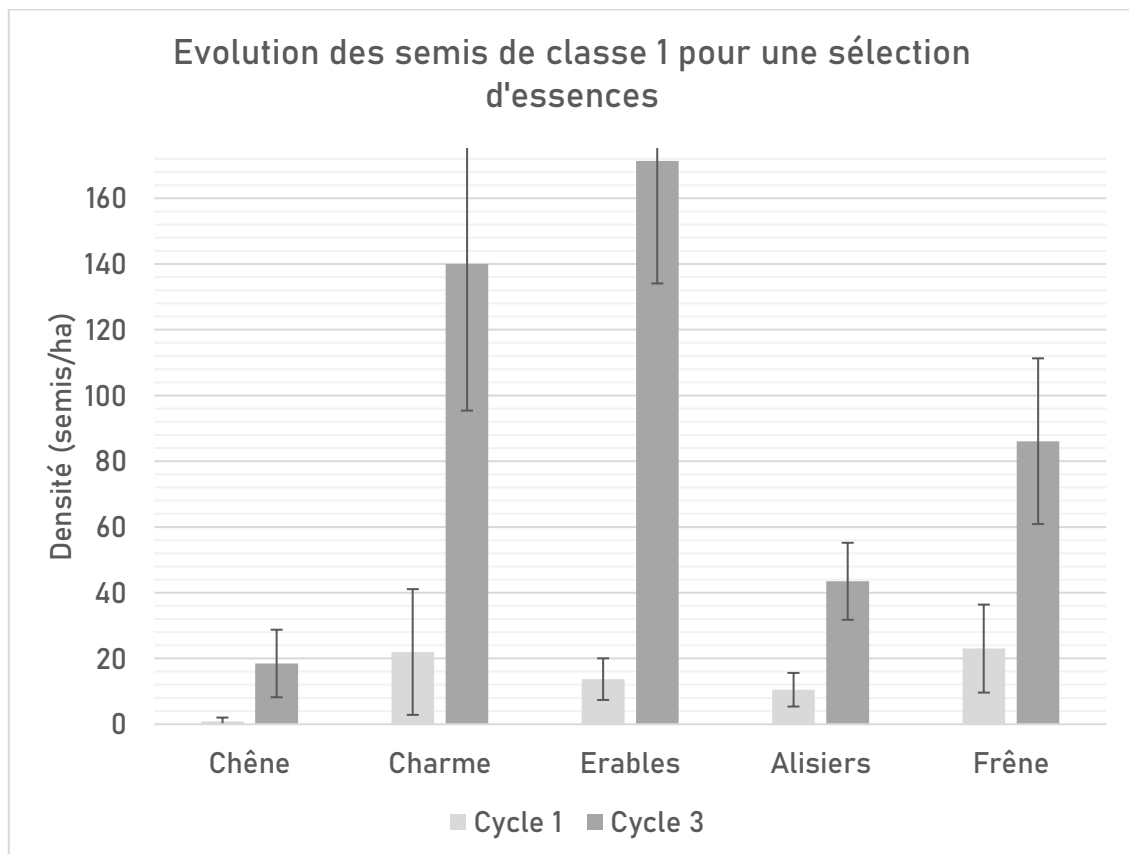
Commentaire sylvicole

La gestion pratiquée a conduit à l'explosion de la quantité de semis. La densité à l'hectare a été multipliée d'un facteur 10 environ. Dans les prochaines années, la régénération devrait continuer de se développer, en densité et en hauteur.

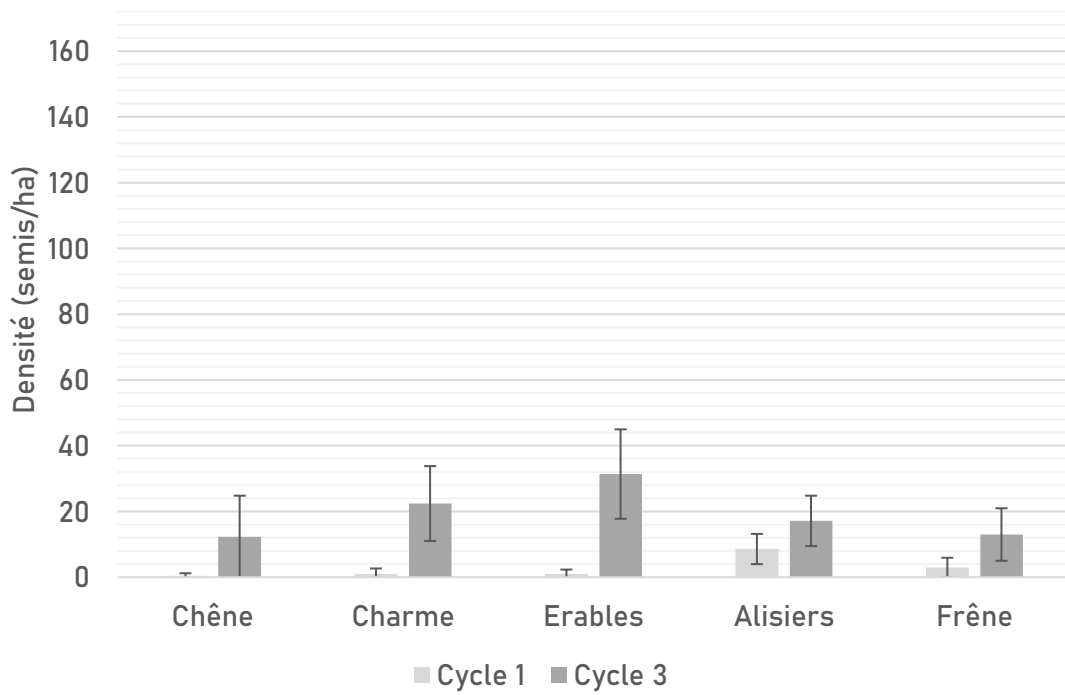
4.4.2.2. Régénération et composition

	Classe 1 (0,5 - 1,5 m) <i>semis/ha</i>	Classe 2 (1,5 à 3 m) <i>semis/ha</i>	Classe 3 (> 3 m) <i>semis/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
Chêne	1 ± 1 (0 %)	1 ± 1 (3 %)	18 ± 10 (1 %)
Hêtre	167 ± 35 (68 %)	16 ± 10 (46 %)	1996 ± 163 (81 %)
Charme	22 ± 19 (9 %)	1 ± 2 (4 %)	140 ± 45 (6 %)
Erables	14 ± 6 (6 %)	1 ± 2 (4 %)	171 ± 37 (7 %)
Alisiers	10 ± 5 (4 %)	10 ± 5 (29 %)	43 ± 12 (2 %)
Autres fruitiers	2 ± 2 (1 %)	0 ± 1 (1 %)	11 ± 10 (0 %)
Frêne	23 ± 13 (9 %)	3 ± 2 (9 %)	86 ± 25 (3 %)
Autres feuillus	4 ± 4 (2 %)	1 ± 2 (2 %)	4 ± 3 (0 %)
Pins	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0
Autres résineux	1 ± 2 (1 %)	1 ± 2 (2 %)	1 ± 1 (0 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
<i>Cycle 3</i>			
Chêne	18 ± 10 (1 %)	12 ± 12 (1 %)	3 ± 3 (1 %)
Hêtre	1996 ± 163 (81 %)	795 ± 98 (89 %)	254 ± 51 (77 %)
Charme	140 ± 45 (6 %)	22 ± 11 (2 %)	26 ± 22 (8 %)

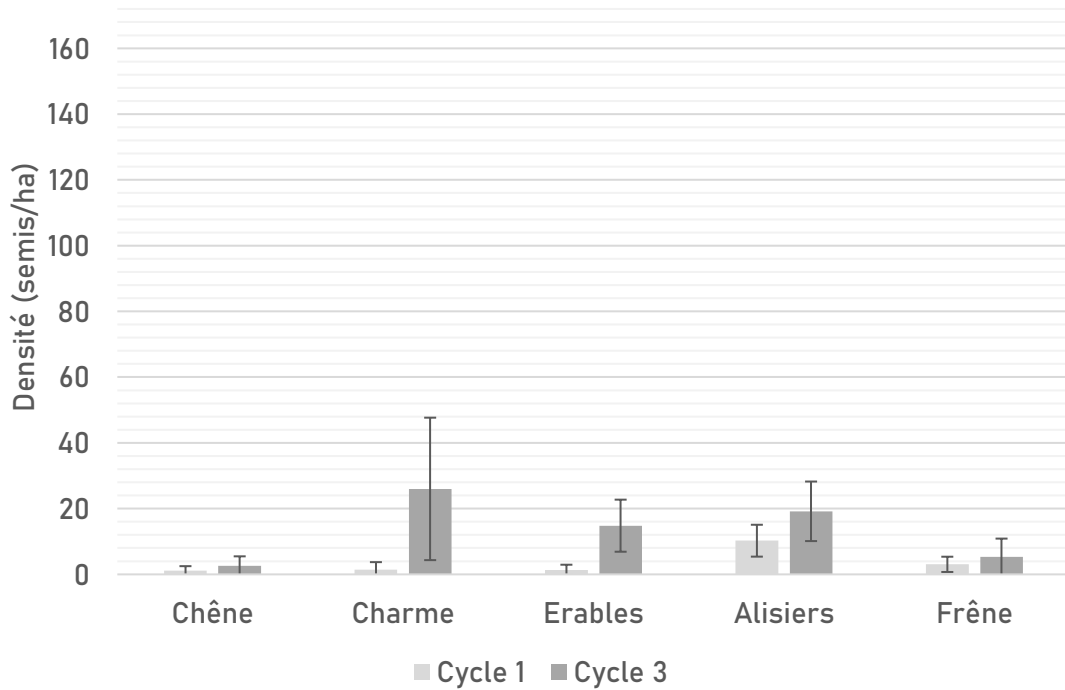
Erables	171 ± 37 (7 %)	31 ± 14 (3 %)	15 ± 8 (4 %)
Alisiers	43 ± 12 (2 %)	17 ± 8 (2 %)	19 ± 9 (6 %)
Autres fruitiers	11 ± 10 (0 %)	0	1 ± 2 (0 %)
Frêne	86 ± 25 (3 %)	13 ± 8 (1 %)	5 ± 6 (2 %)
Autres feuillus	4 ± 3 (0 %)	4 ± 5 (0 %)	5 ± 4 (2 %)
Pins	0	0	0 ± 1 (0 %)
Autres résineux	1 ± 1 (0 %)	1 ± 3 (0 %)	4 ± 4 (1 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)



Evolution des semis de classe 2 pour une sélection d'essences



Evolution des semis de classe 3 pour une sélection d'essences



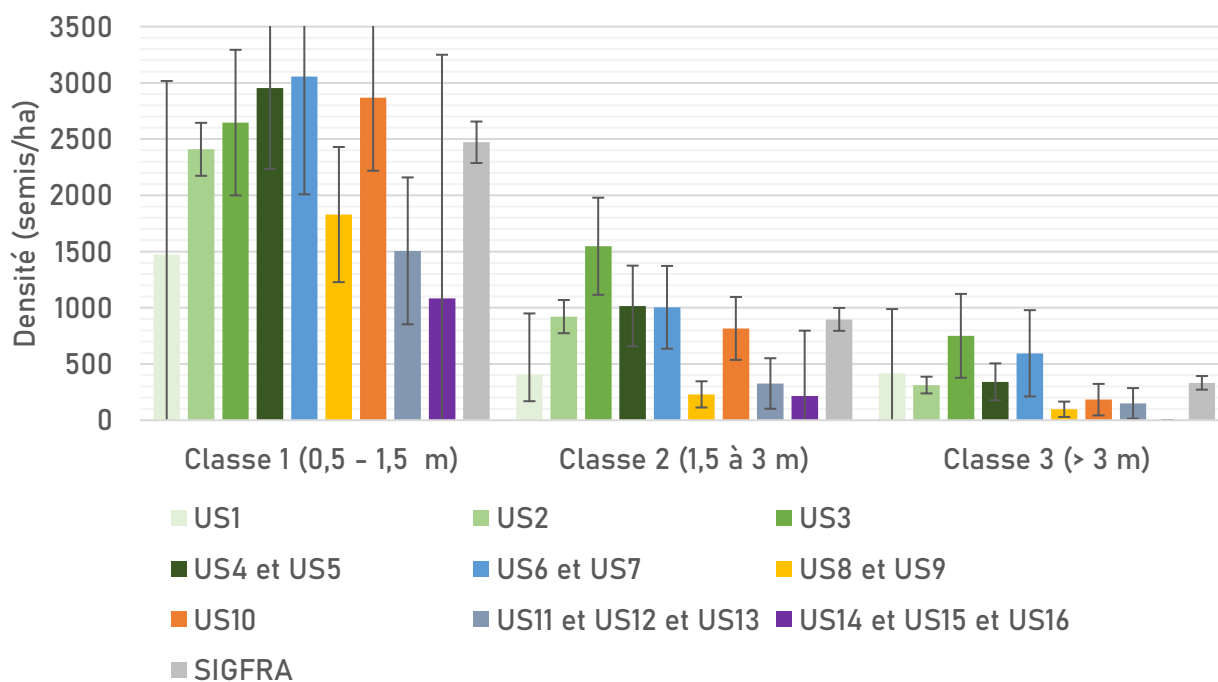
Commentaire sylvicole

La densité de semis de feuillus divers est globalement en augmentation, quelle que soit l'essence et la classe de hauteur (aux incertitudes près), ce qui montre que la gestion a un impact positif sur la diversification de la forêt y compris dans les jeunes stades. En revanche, dans l'absolu, les densités de semis de feuillus divers actuelles restent faibles (d'autant que la qualité n'est pas évaluée) et ne permettent pas de garantir des régénérations réellement diversifiées. Le hêtre est ultra-majoritaire. C'est un enjeu pour l'avenir.

4.4.2.3. Variabilité stationnelle

	Classe 1 (0,5 - 1,5 m) <i>semis/ha</i>	Classe 2 (1,5 à 3 m) <i>semis/ha</i>	Classe 3 (> 3 m) <i>semis/ha</i>	Total <i>semis/ha</i>
<i>Cycle 1</i>				
US1	41 ± 71	176 ± 366	411 ± 729	628
US2	248 ± 65	39 ± 18	25 ± 11	312
US3	297 ± 184	34 ± 46	4 ± 9	335
US4 et US5	383 ± 236	25 ± 30	23 ± 31	431
US6 et US7	328 ± 179	137 ± 115	157 ± 131	622
US8 et US9	90 ± 82	30 ± 31	15 ± 26	135
US10	163 ± 96	63 ± 40	24 ± 24	251
US11 et US12 et US13	305 ± 171	26 ± 45	62 ± 71	392
US14 et US15 et US16	216 ± 580	0	0	216
<i>Cycle 3</i>				
US1	1474 ± 1542	405 ± 545	418 ± 570	2297
US2	2409 ± 236	921 ± 148	313 ± 74	3643
US3	2646 ± 647	1547 ± 432	750 ± 373	4944
US4 et US5	2954 ± 719	1016 ± 358	341 ± 164	4311
US6 et US7	3056 ± 1047	1004 ± 368	595 ± 384	4655
US8 et US9	1829 ± 601	230 ± 117	97 ± 68	2155
US10	2868 ± 649	816 ± 280	183 ± 140	3867
US11 et US12 et US13	1506 ± 653	327 ± 225	149 ± 136	1982
US14 et US15 et US16	1082 ± 2168	216 ± 580	0	1298

Variabilité stationnelle de la régénération



Commentaire sylvicole

La densité de semis est globalement plus faible sur les versants chauds et en bas de versants. A l'inverse, seule l'US3 se démarque positivement, pour les semis de plus de 1,5 m. Les incertitudes statistiques restent fortes et ne permettent pas de valider correctement les tendances qui peuvent se dégager du graphique.

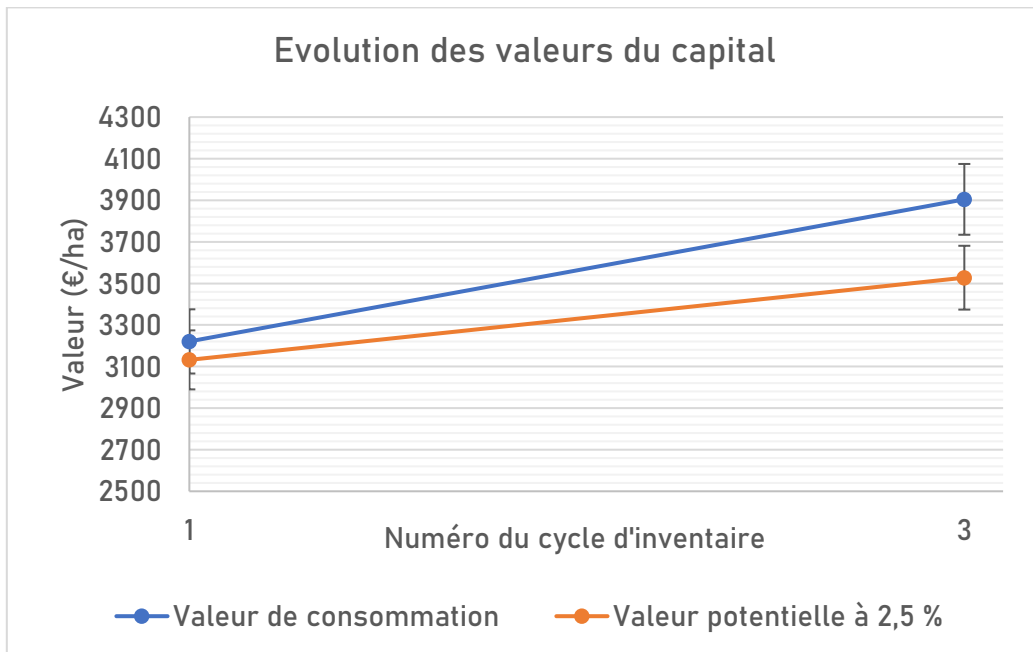
4.5. Bilan économique de la gestion

4.5.1. Valeurs du capital

4.5.1.1. Evolution de la valeur de consommation et de la valeur potentielle

4.5.1.1.1. Résultats généraux

	Valeur de consommation €/ha	Valeur potentielle à 2,5 % €/ha
Cycle 1	3221 ± 154	3132 ± 142
Cycle 3	3904 ± 170	3528 ± 154

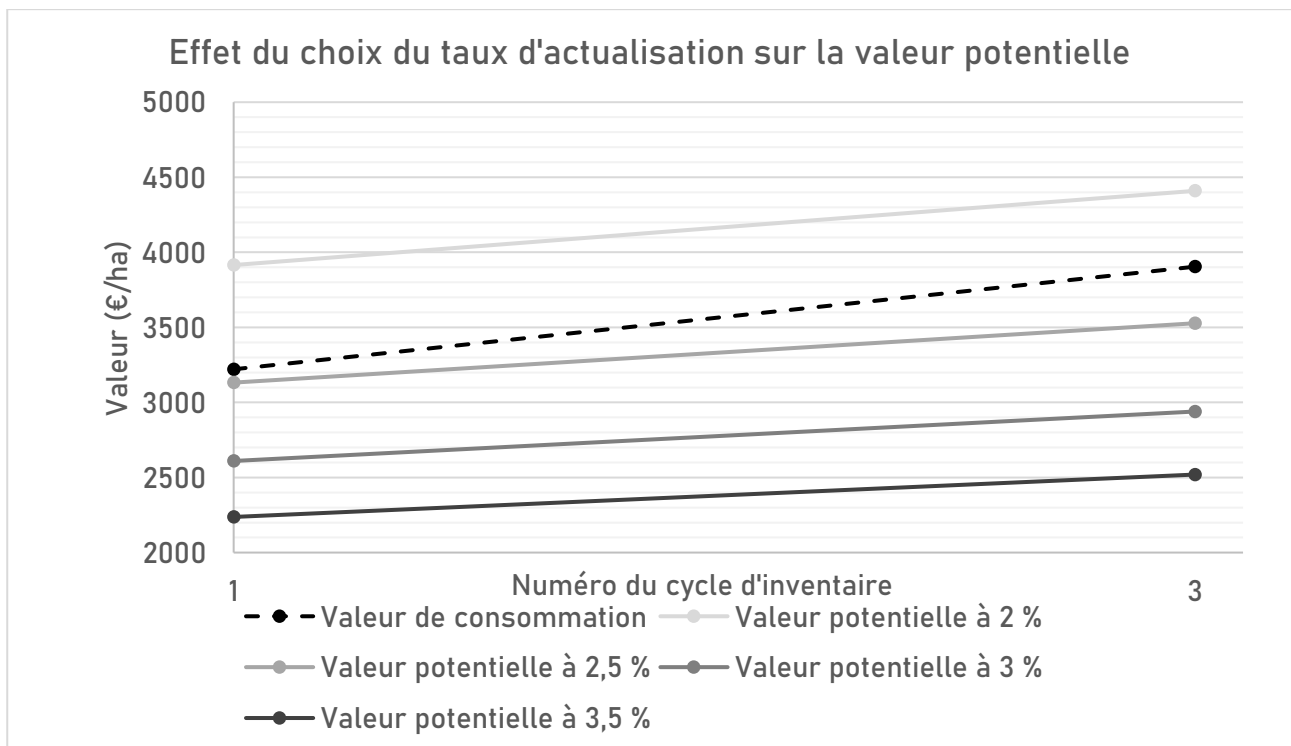


Commentaire sylvicole

Alors que le niveau de matériel sur pied a peu évolué (1 m²/ha en 20 ans), la gestion a permis d'augmenter le capital en valeur.

En revanche, la valeur de consommation augmente plus vite que la valeur potentielle : c'est le signe d'une population d'arbres qui arrivent à maturité, apportant par là plus de valeur actuelle que future. Les paragraphes suivants montrent que c'est la population de Chênes qui tirent cette valeur de consommation vers le haut, en contribuant moins à la valeur potentielle car avec un accroissement faible.

4.5.1.1.2. Effet du choix du taux d'actualisation sur la valeur potentielle



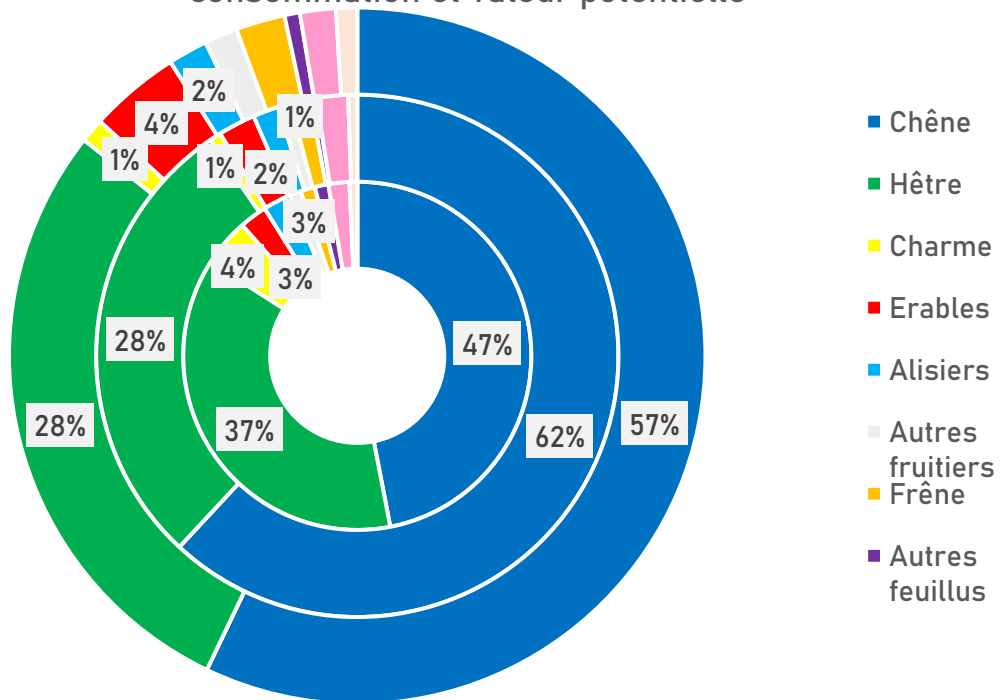
Commentaire sylvicole

Ce graphique montre que le choix du taux d'actualisation est un élément fort de l'analyse économique. Par rapport à d'autres forêts de production, les peuplements du SIGFRA ne permettent pas de viser une rentabilité de 3 ou 4 %. Il faut rappeler que le taux d'accroissement des peuplements est de l'ordre de 2%, voire inférieure. Les calculs économiques de rapport sont fait à partir d'un taux de 2,5 %, qui correspond déjà à un rôle de production assumé de la forêt, sans être excessif.

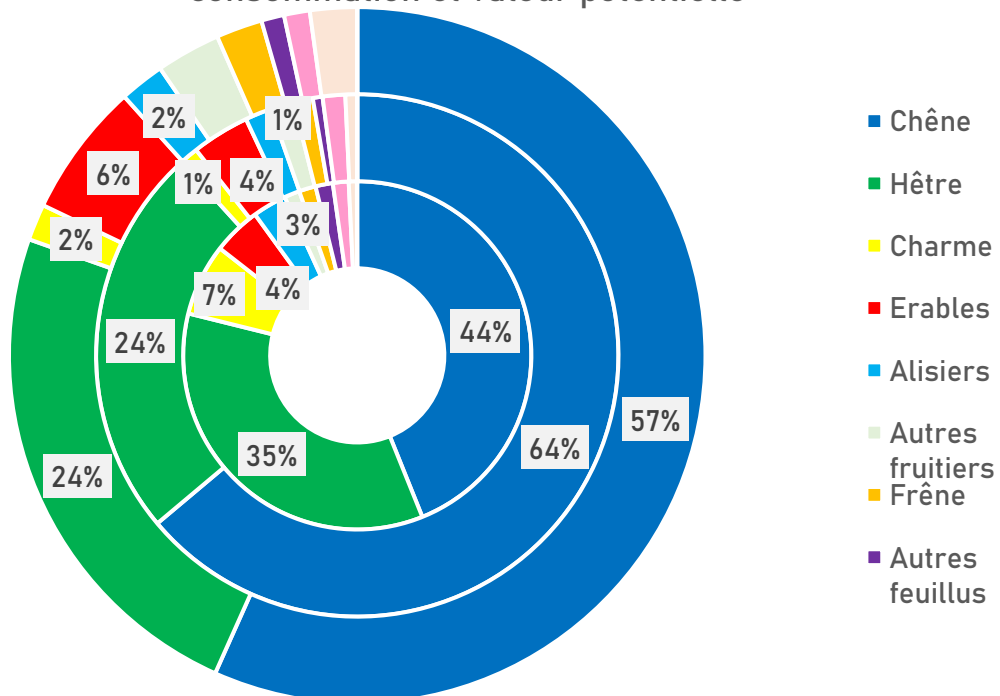
4.5.1.2. Valeurs du capital et composition des peuplements

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Valeur de consommation <i>€/ha</i>	Valeur potentielle à 2,5 % <i>€/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
Chêne	7,5 ± 0,3 (47 %)	1995 ± 144 (62 %)	1789 ± 123 (57 %)
Hêtre	6 ± 0,3 (37 %)	920 ± 53 (29 %)	894 ± 47 (29 %)
Charme	0,7 ± 0,1 (4 %)	23 ± 3 (1 %)	35 ± 5 (1 %)
Erables	0,4 ± 0 (3 %)	74 ± 21 (2 %)	132 ± 35 (4 %)
Alisiers	0,4 ± 0 (3 %)	51 ± 12 (2 %)	58 ± 15 (2 %)
Autres fruitiers	0,2 ± 0 (1 %)	25 ± 8 (1 %)	48 ± 16 (2 %)
Frêne	0,2 ± 0 (1 %)	40 ± 13 (1 %)	71 ± 22 (2 %)
Autres feuillus	0,2 ± 0 (1 %)	12 ± 3 (0 %)	22 ± 6 (1 %)
Pins	0,3 ± 0,1 (2 %)	63 ± 28 (2 %)	52 ± 25 (2 %)
Autres résineux	0,1 ± 0,1 (1 %)	18 ± 13 (1 %)	31 ± 22 (1 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)
<i>Cycle 3</i>			
Chêne	7,5 ± 0,3 (44 %)	2494 ± 163 (64 %)	2000 ± 122 (57 %)
Hêtre	5,9 ± 0,3 (35 %)	952 ± 49 (24 %)	837 ± 41 (24 %)
Charme	1,1 ± 0,1 (7 %)	45 ± 6 (1 %)	59 ± 8 (2 %)
Erables	0,8 ± 0,1 (4 %)	140 ± 30 (4 %)	220 ± 44 (6 %)
Alisiers	0,5 ± 0,1 (3 %)	63 ± 10 (2 %)	74 ± 15 (2 %)
Autres fruitiers	0,2 ± 0 (1 %)	57 ± 16 (1 %)	106 ± 34 (3 %)
Frêne	0,3 ± 0 (2 %)	46 ± 11 (1 %)	76 ± 16 (2 %)
Autres feuillus	0,3 ± 0 (2 %)	24 ± 5 (1 %)	37 ± 8 (1 %)
Pins	0,2 ± 0,1 (1 %)	55 ± 23 (1 %)	42 ± 17 (1 %)
Autres résineux	0,1 ± 0,1 (1 %)	28 ± 18 (1 %)	77 ± 66 (2 %)
Autres ligneux	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)	0 ± 0 (0 %)

Part des essences dans les variables économiques - Cycle 1
 De l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de consommation et valeur potentielle



Part des essences dans les variables économiques - Cycle 3
 De l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de consommation et valeur potentielle



Commentaire sylvicole

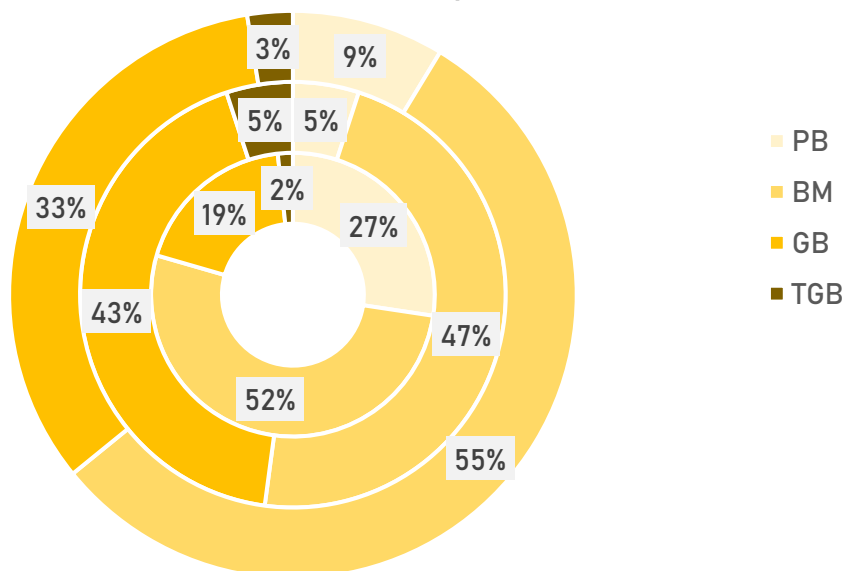
Le Chêne « porte » la valeur de consommation. En revanche, sa valeur potentielle est inférieure à sa valeur de consommation : c'est un résultat inhabituel pour une population de Chênes concentrée dans les Bois Moyens. Le faible accroissement des individus ne compense pas l'augmentation du prix unitaire.

Parmi les feuillus divers, ce sont les Erables qui apportent le plus de valeur potentielle.

4.5.1.3. Valeurs du capital et structure des peuplements

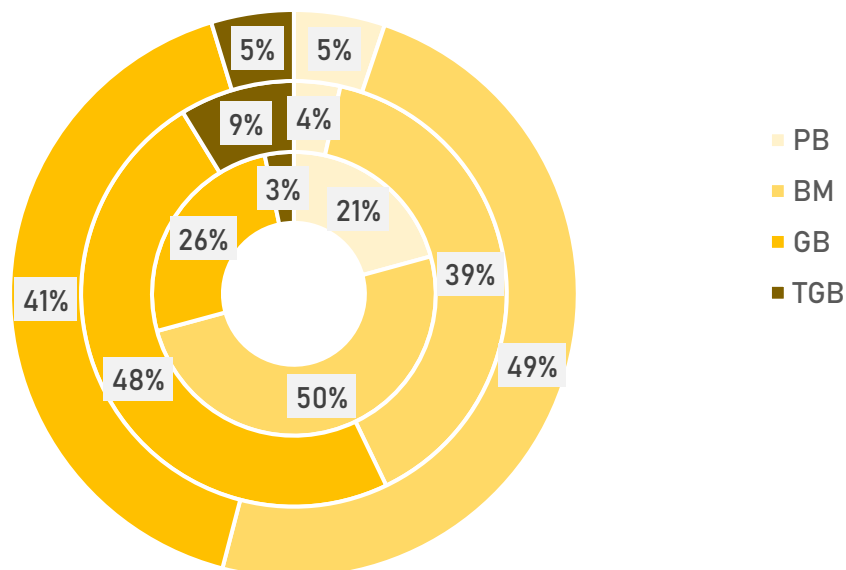
	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Valeur de consommation <i>€/ha</i>	Valeur potentielle à 2,5 % <i>€/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
PB	4,4 ± 0,2 (27 %)	161 ± 8 (5 %)	272 ± 16 (9 %)
BM	8,4 ± 0,2 (52 %)	1517 ± 59 (47 %)	1737 ± 76 (55 %)
GB	3 ± 0,2 (19 %)	1380 ± 108 (43 %)	1042 ± 86 (33 %)
TGB	0,3 ± 0 (2 %)	163 ± 34 (5 %)	81 ± 16 (3 %)
<i>Cycle 3</i>			
PB	3,5 ± 0,2 (21 %)	137 ± 7 (4 %)	183 ± 11 (5 %)
BM	8,5 ± 0,2 (50 %)	1536 ± 54 (39 %)	1724 ± 70 (49 %)
GB	4,4 ± 0,2 (26 %)	1890 ± 121 (48 %)	1455 ± 107 (41 %)
TGB	0,6 ± 0,1 (3 %)	341 ± 55 (9 %)	166 ± 25 (5 %)

Part des différentes catégories de bois dans les variables économiques - Cycle 1
De l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de consommation et valeur potentielle



Part des différentes catégories de bois dans les variables économiques - Cycle 3

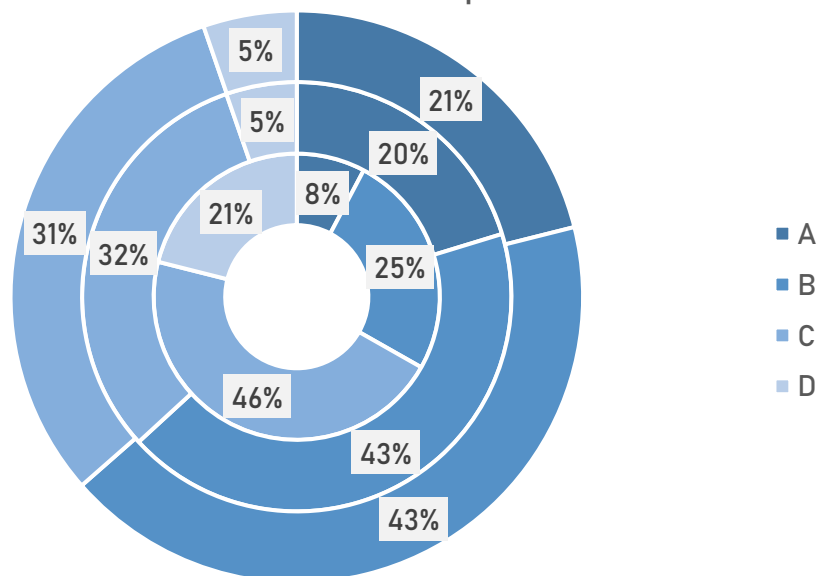
De l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de consommation et valeur potentielle



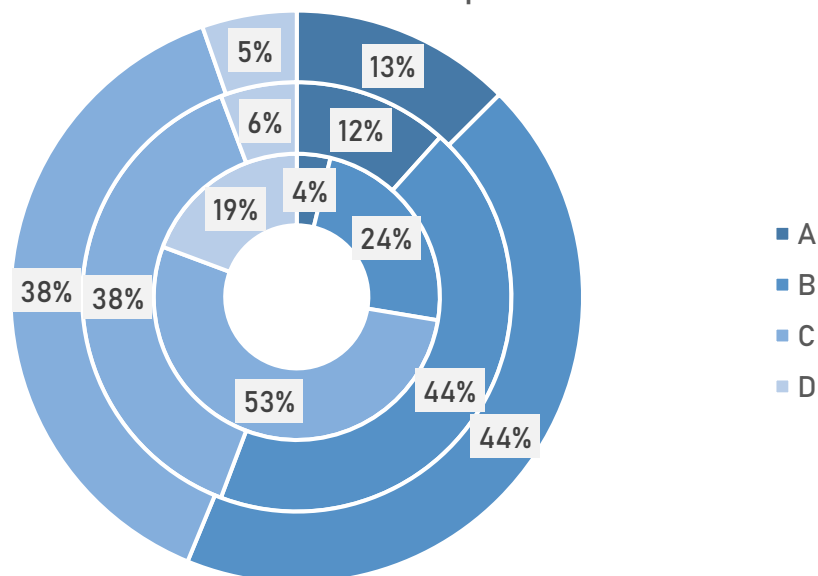
4.5.1.4. Valeurs du capital et qualité

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Valeur de consommation <i>€/ha</i>	Valeur potentielle à 2,5 % <i>€/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
A	1,2 ± 0,1 (8 %)	653 ± 76 (20 %)	660 ± 80 (21 %)
B	4,1 ± 0,2 (25 %)	1382 ± 92 (43 %)	1330 ± 82 (42 %)
C	7,3 ± 0,2 (46 %)	1015 ± 40 (31 %)	977 ± 38 (31 %)
D	3,4 ± 0,2 (21 %)	171 ± 10 (5 %)	165 ± 9 (5 %)
<i>Cycle 3</i>			
A	0,6 ± 0,1 (4 %)	455 ± 76 (12 %)	442 ± 79 (13 %)
B	4 ± 0,2 (24 %)	1722 ± 110 (44 %)	1542 ± 91 (44 %)
C	9 ± 0,2 (53 %)	1503 ± 53 (39 %)	1355 ± 48 (38 %)
D	3,3 ± 0,2 (19 %)	224 ± 12 (6 %)	189 ± 11 (5 %)

Part des qualités dans les variables économiques - cycle 1
de l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de
consommation et valeur potentielle



Part des qualités dans les variables économiques - cycle 3
de l'intérieur vers l'extérieur : surface terrière, valeur de
consommation et valeur potentielle



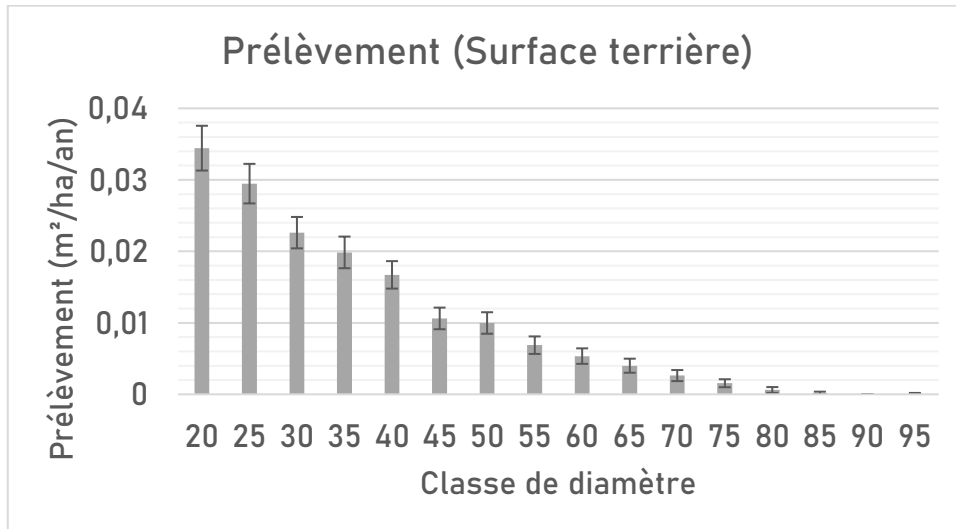
4.5.2. Prélèvement et mortalité

4.5.2.1. Bilan général du prélèvement et de la mortalité

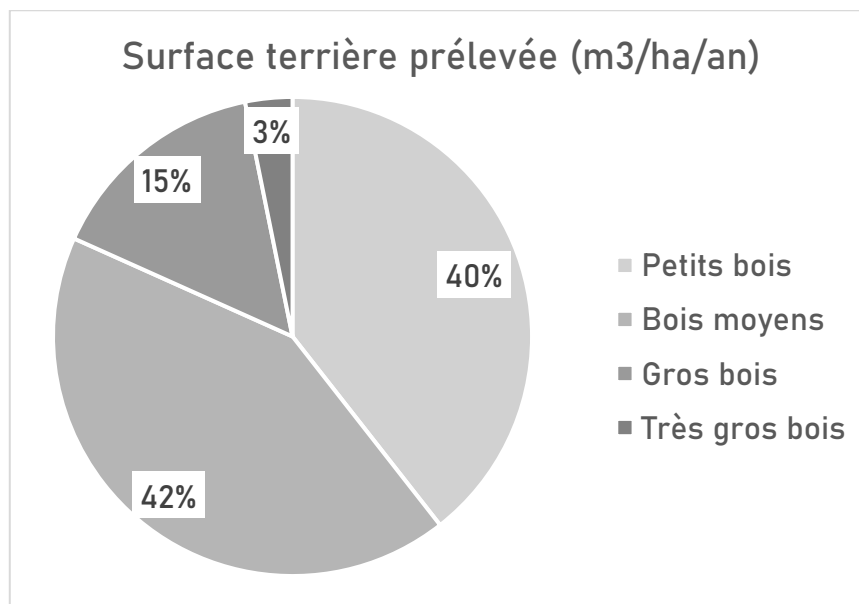
	Surface terrière <i>m²/ha/an</i>	Volume <i>m³/ha/an</i>	Valeur <i>€/ha/an</i>
Prélèvement	0,17 ± 0,01	1,65 ± 0,08	43,3 ± 3,51
Soit, en % de l'accroissement	60 %	51 %	60 %
Mortalité	0,06 ± 0,01	0,69 ± 0,09	22,9 ± 3,32
Soit, en % de l'accroissement	23 %	21 %	32 %

4.5.2.2. Caractéristiques du prélèvement

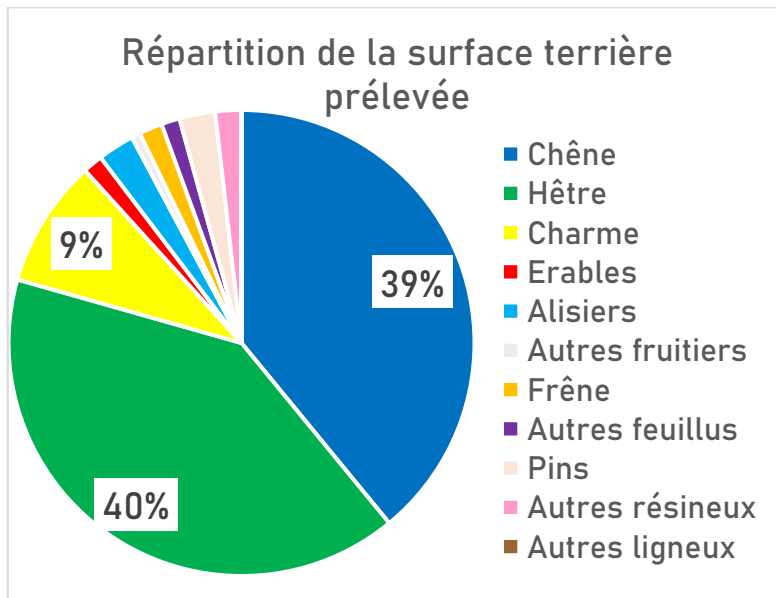
4.5.2.2.1. Par classe de diamètre



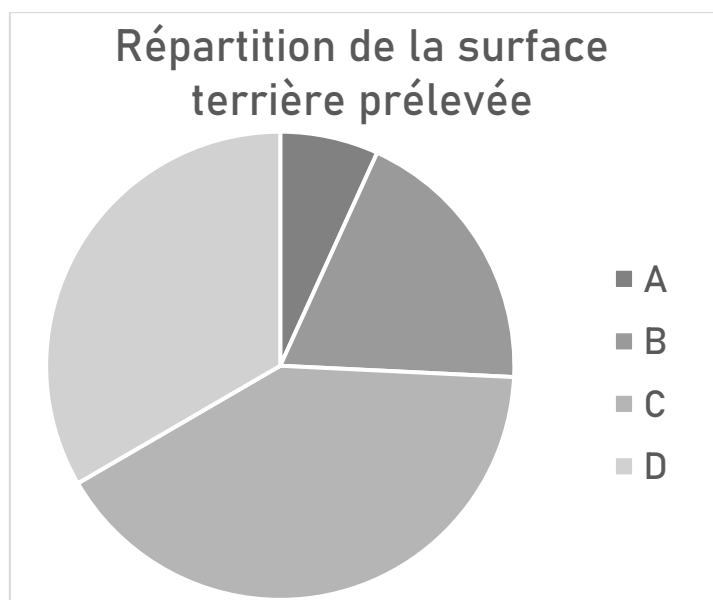
4.5.2.2.2. Par catégorie de bois



4.5.2.2.3. Par essence

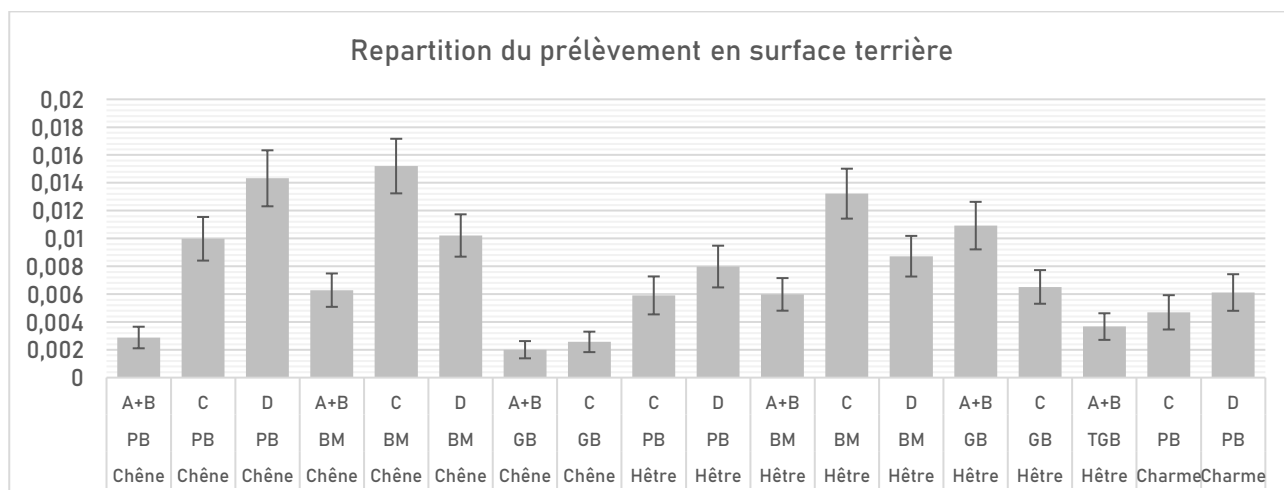


4.5.2.2.4. Par qualité



4.5.2.3. Focus sur le Hêtre, le Chêne et le Charme

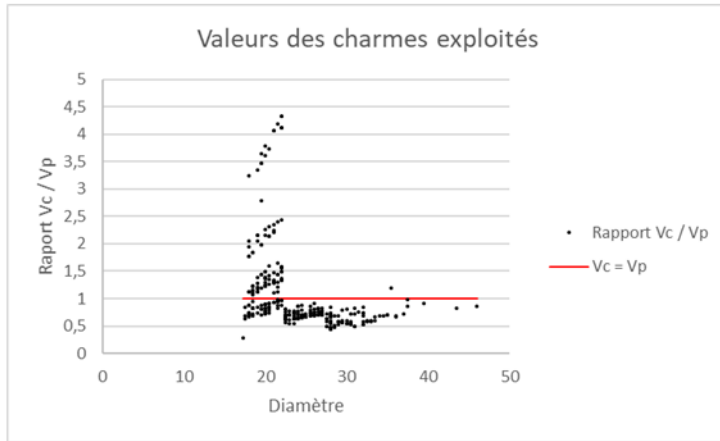
4.5.2.3.1. Prélèvements par catégorie de bois et qualité



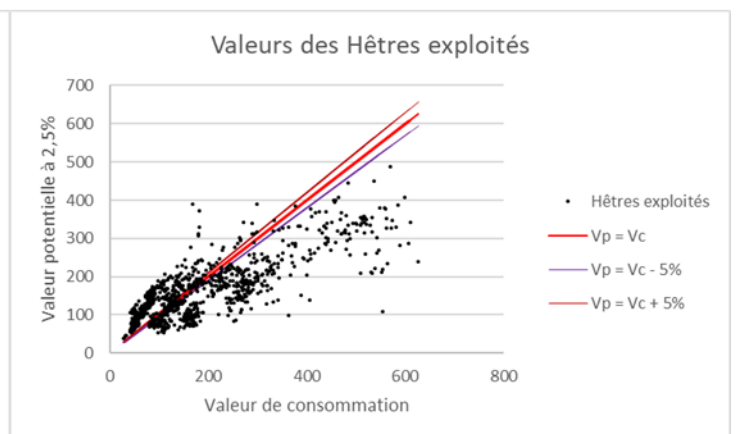
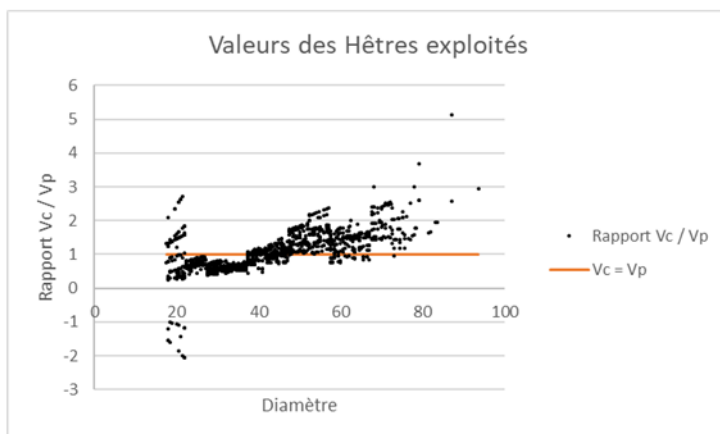
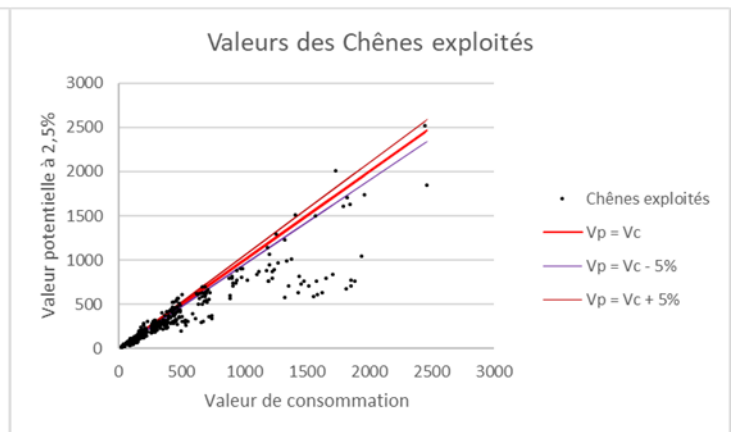
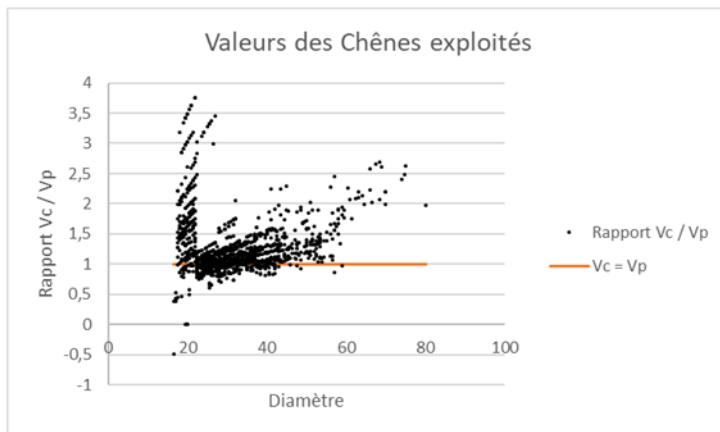
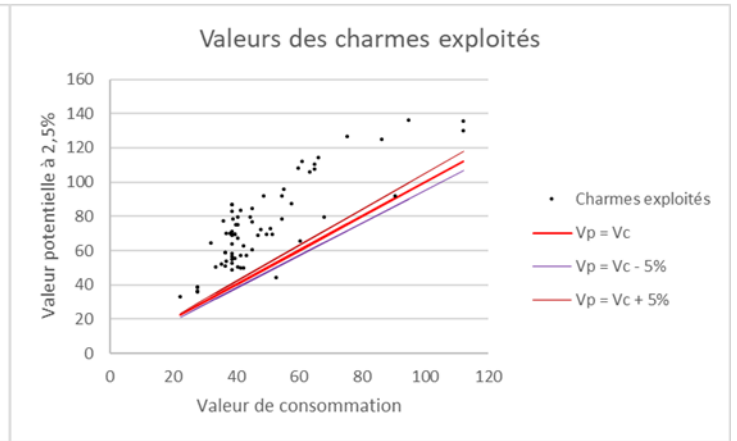
4.5.2.3.2. Analyse économique des arbres prélevés

L'arbre a-t-il payé sa place ?
Analyse réalisée à partir de la base de données des
arbres exploités entre 1998 et 2019

Ci-dessous : aucun filtre
L'arbre a payé sa place au-dessus de la courbe $V_c = V_p$



Ci-dessous : diamètre supérieur à 27,5 cm
L'arbre a payé sa place au-dessous de la courbe $V_p = V_c$



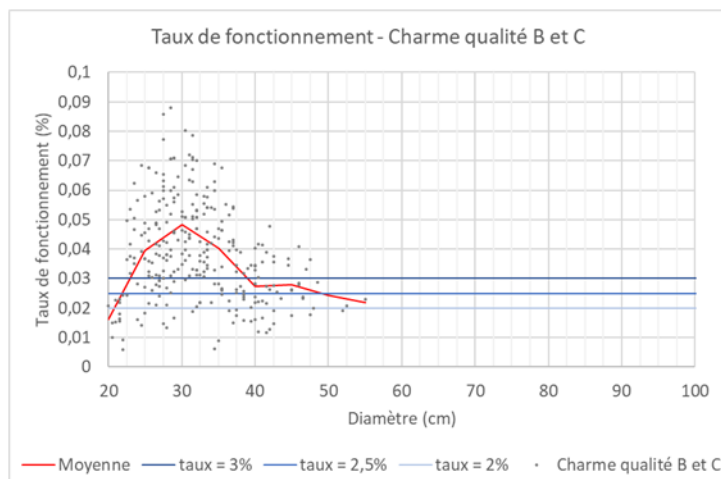
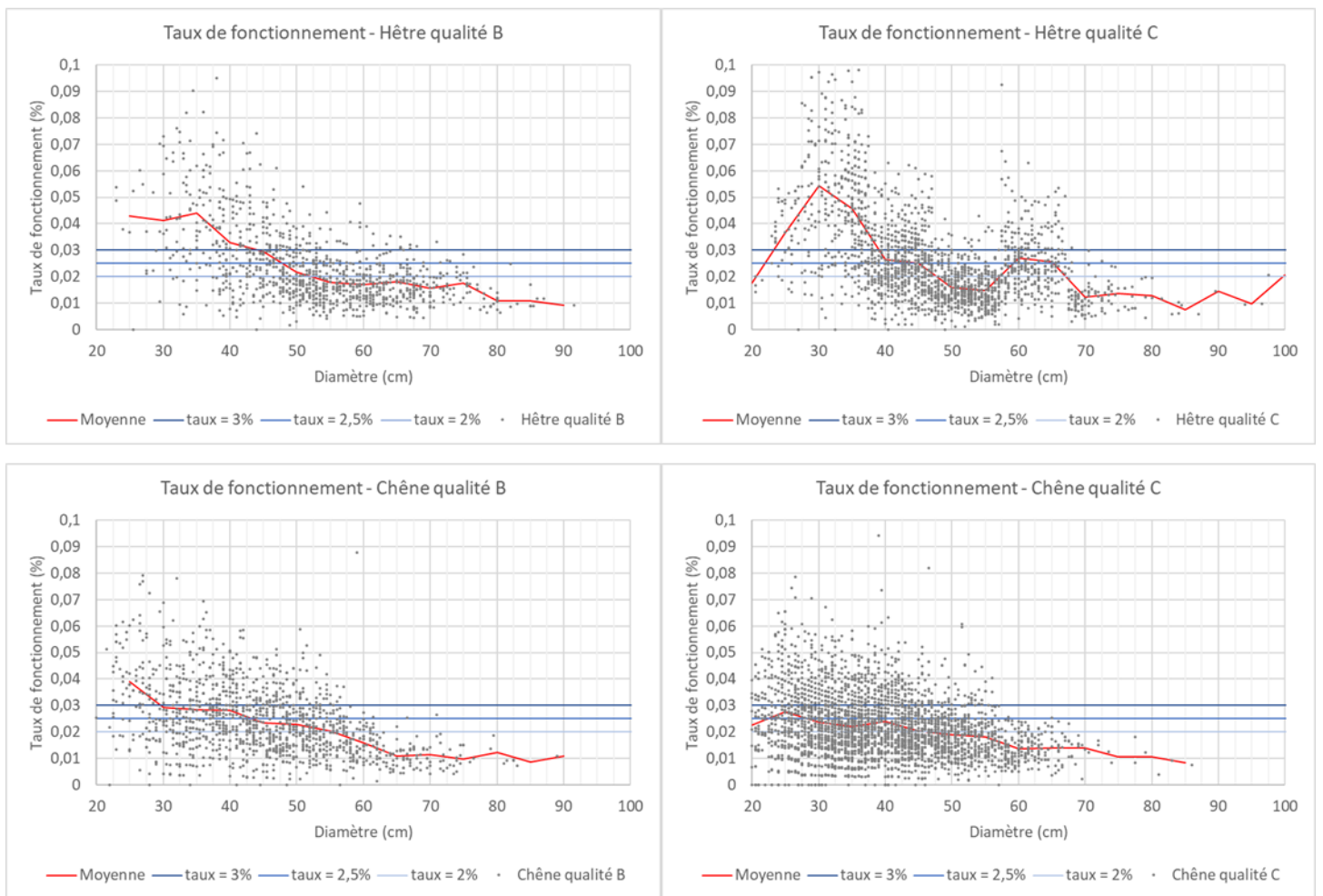
Optimiser le diamètre d'exploitabilité ?

Analyse d'après les données individuelles des arbres mesurés à la fois au cycle 1 t au cycle 3.

La vente d'un arbre est financièrement optimale lorsque son taux de fonctionnement (gain/valeur) devient inférieur au taux d'actualisation fixé par le propriétaire. Le taux de fonctionnement peut être tracé en fonction du diamètre pour trouver le diamètre d'exploitabilité optimal d'une population (essence x qualité).

Sur les courbes ci-dessous, les courbes horizontales représentent différents niveaux de taux d'actualisation (3%, 2,5% et 2%). La valeur de 3% est fréquemment utilisé, dans des forêts néanmoins plus productives que celles du SIGFRA. La valeur de 2% est considérée comme un taux faible. Pour mémoire, le taux d'accroissement en volume sur le SIGFRA est e 1,9%.

La courbe rouge est la courbe moyenne. Avertissement : les erreurs ne sont pas représentées et peuvent être importantes pour les plus grands diamètres (y compris dès 35-40 cm pour le Charme).



4.6. Bilan écologique

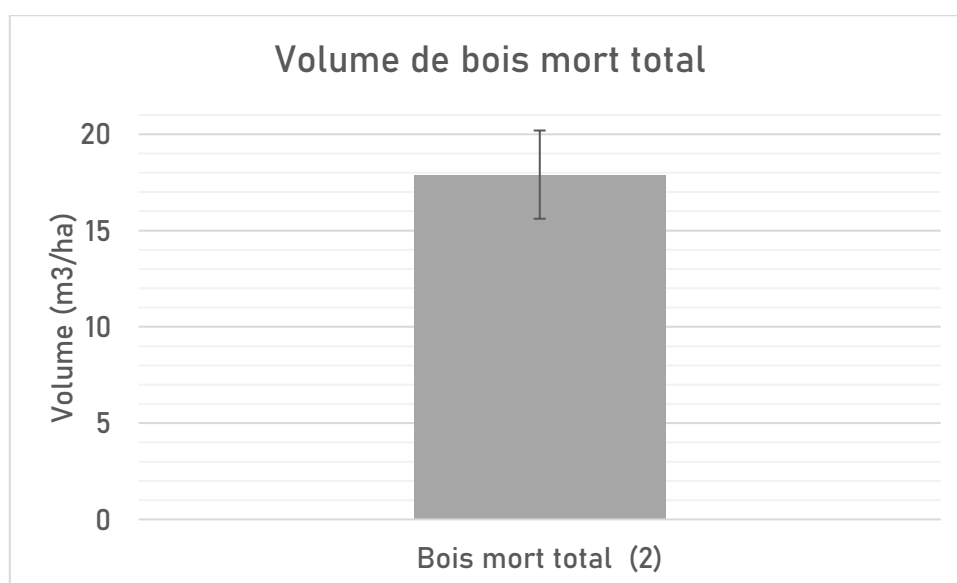
4.6.1. Bois mort

Chaque série de données représentée dans les graphiques de ce paragraphe est accompagnée d'un numéro entre parenthèse, qui correspond à l'échantillonnage du calcul :

- 0 : 2021 placettes. Seul le BMP ≥ 30 cm a été mesuré sur l'ensemble des placettes.
- 1 : 439 placettes. Tous les compartiments de bois mort ont été mesurés sur ces placettes, à l'exception du BMS < 30 cm.
- 2 : 221 placettes. Tous les compartiments de bois mort ont été mesurés.

Chaque résultat présenté qui associe plusieurs compartiments de bois mort est calculé à partir de l'échantillonnage le plus contraignant, pour faciliter les calculs d'erreurs.

4.6.1.1. Volume total de bois mort

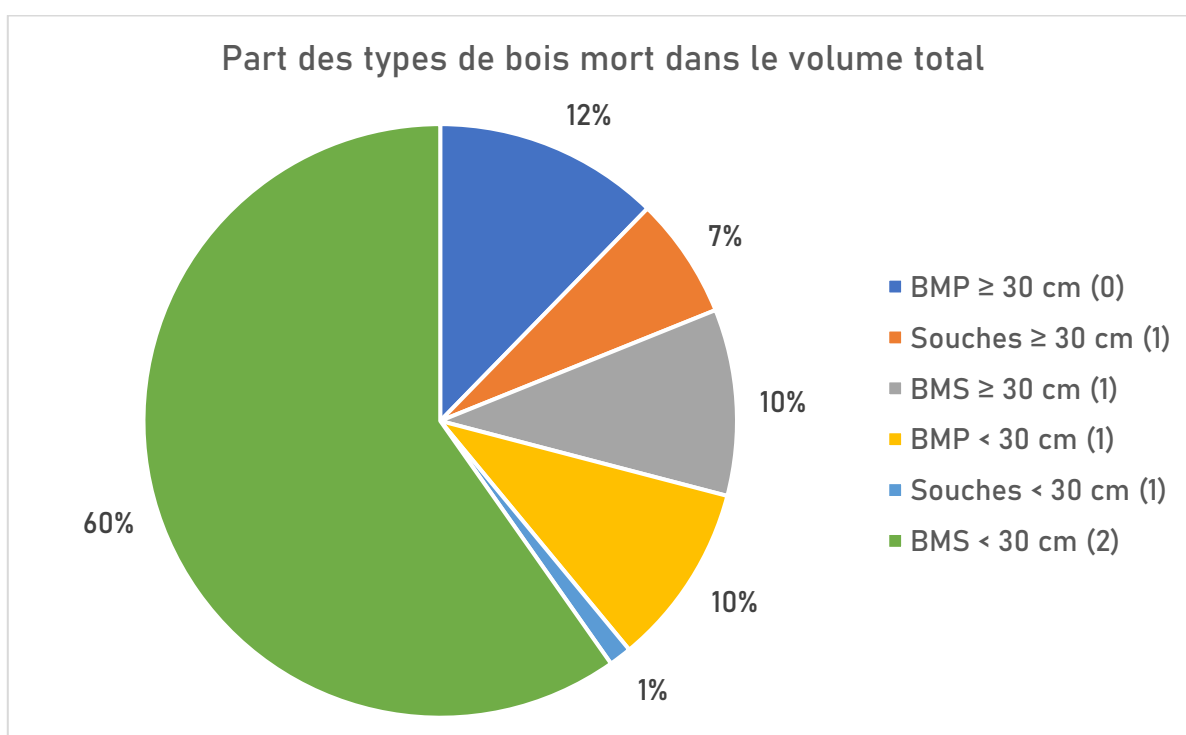
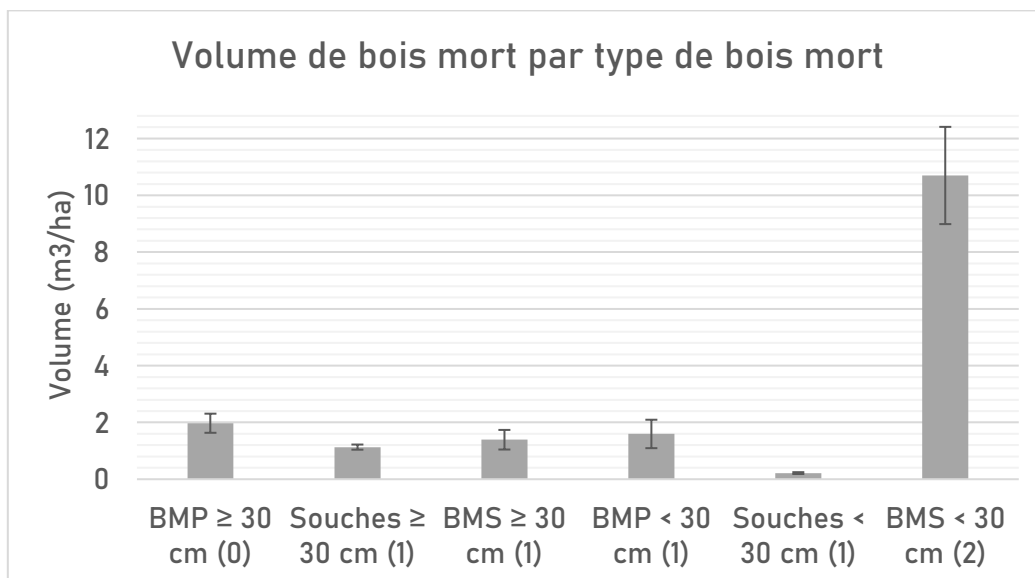


Commentaire sylvicole

Le volume total de bois mort est de 17,9 m³/ha. A titre de comparaison, une Réserve biologique intégrale proche (Forêt domaniale d'Auberive), dans laquelle aucune exploitation n'a eu lieu depuis une cinquantaine d'années contient 33,5 m³/ha, mesurés selon le PSDRF.

4.6.1.2. Volume de bois mort par types

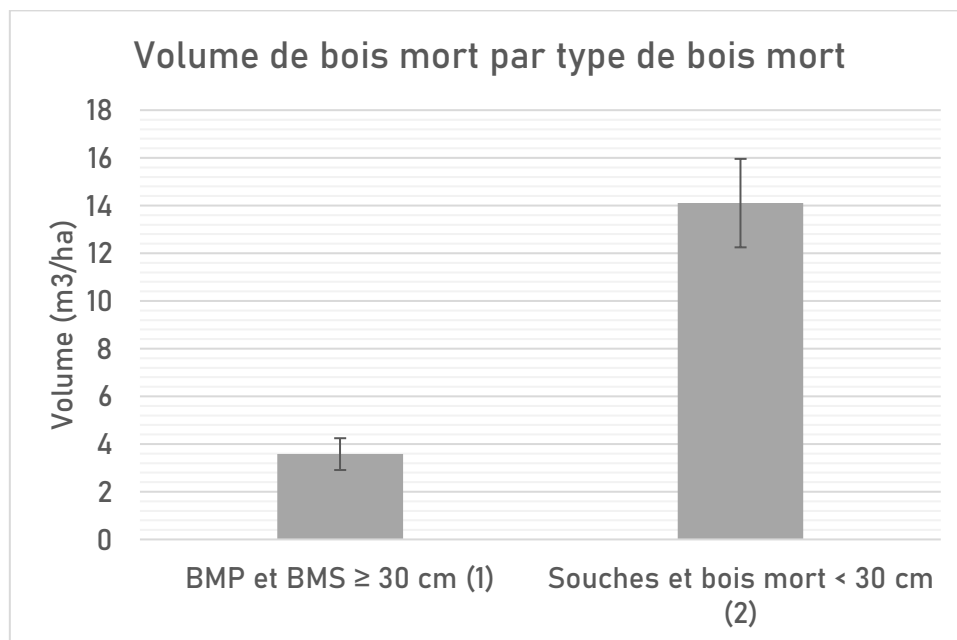
4.6.1.2.1. Types élémentaires de l'échantillonnage



Commentaire sylvicole

Le petit bois mort au sol représente la majeure partie du bois mort au sol. Or ce compartiment, avec les souches, est en partie issu des exploitations (rémanents). Le bois mort le plus intéressant est le gros bois mort, au sol ou sur pied.

4.6.1.2.2. Regroupement par types « fonctionnels »



4.6.1.3. Stades de décomposition du bois mort

4.6.1.3.1. Bois mort total

Bois mort total		Ecorce				Total
		1	2	3	4	
Pourriture	1	23%	9%	4%	4%	41%
	2	2%	5%	5%	9%	21%
	3	0%	1%	3%	13%	18%
	4	0%	1%	3%	10%	13%
	5	0%	0%	1%	6%	7%
	Total	26%	17%	16%	42%	100%

4.6.1.3.2. Bois mort ≥ 30 cm

Bois mort ≥ 30 cm		Ecorce				Total
		1	2	3	4	
Pourriture	1	33%	9%	3%	3%	48%
	2	3%	8%	6%	6%	22%
	3	1%	3%	2%	9%	14%
	4	0%	1%	2%	8%	11%
	5	0%	0%	1%	4%	5%
	Total	36%	21%	14%	30%	100%

4.6.1.3.3. Bois mort < 30 cm

Bois mort < 30 cm		Ecorce				Total
		1	2	3	4	
Pourriture	1	20%	9%	5%	5%	38%
	2	2%	4%	5%	10%	21%
	3	0%	1%	3%	14%	20%
	4	0%	1%	2%	9%	13%
	5	0%	1%	0%	7%	8%

	Total	22%	16%	16%	45%	100%
--	-------	-----	-----	-----	-----	------

4.6.1.3.4. Bois mort sur pied, hors souches

BMP hors souches		Ecorce				
		1	2	3	4	Total
Pourriture	1	41%	14%	6%	2%	63%
	2	4%	7%	5%	7%	23%
	3	1%	3%	3%	2%	9%
	4	0%	1%	2%	0%	3%
	5	0%	0%	1%	0%	1%
	Total	46%	25%	18%	12%	100%

4.6.1.3.5. Bois mort au sol ≥ 30 cm

BMS ≥ 30 cm		Ecorce				
		1	2	3	4	Total
Pourriture	1	30%	10%	0%	3%	43%
	2	0%	9%	3%	6%	18%
	3	0%	2%	2%	8%	12%
	4	0%	1%	3%	18%	22%
	5	0%	0%	1%	4%	5%
	Total	31%	22%	8%	39%	100%

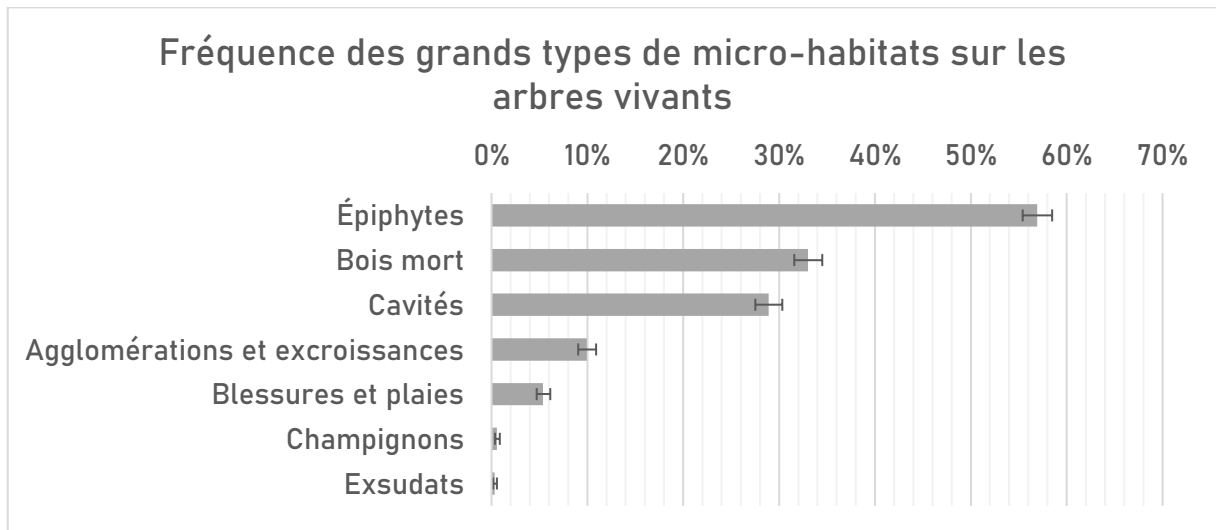
4.6.1.3.6. Souches

Souches		Ecorce				
		1	2	3	4	Total
Pourriture	1	12%	6%	3%	6%	27%
	2	1%	4%	6%	16%	28%
	3	1%	1%	2%	18%	22%
	4	0%	0%	2%	11%	14%
	5	0%	0%	0%	9%	9%
	Total	14%	12%	13%	61%	100%

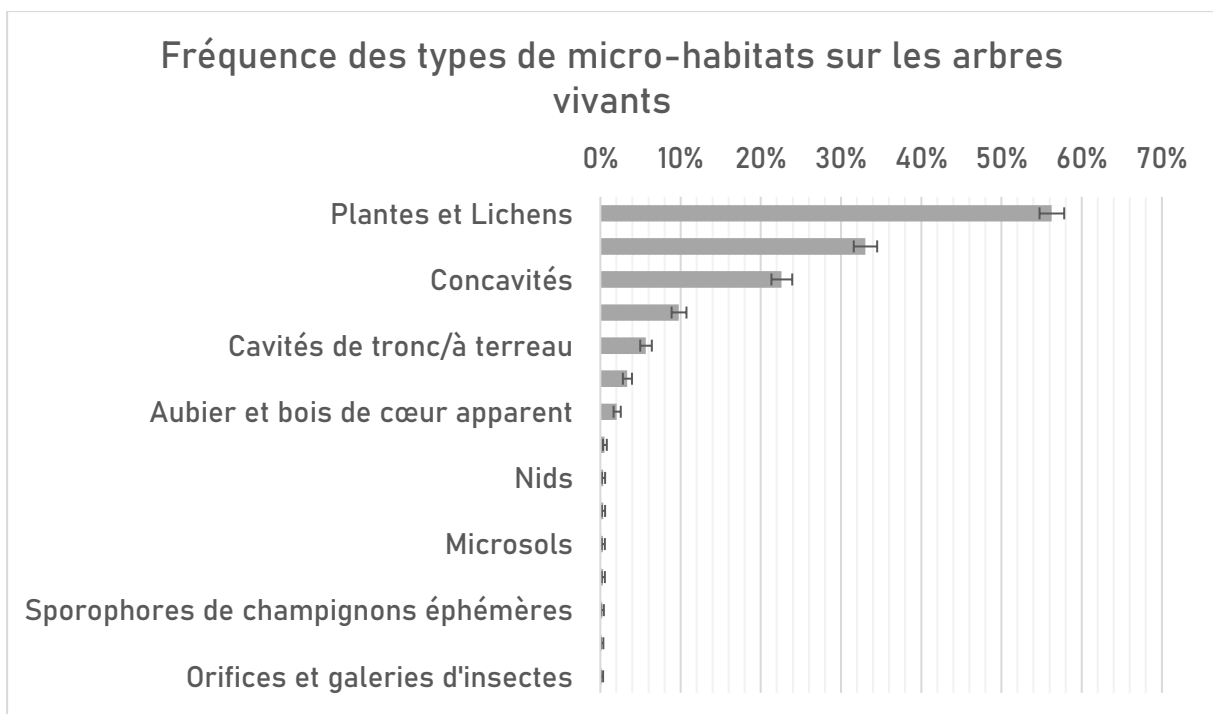
4.6.2. Dendro-micro-habitats

4.6.2.1. Fréquence des différents dendro-micro-habitats

4.6.2.1.1. Micro-habitats par grands types peu différenciés

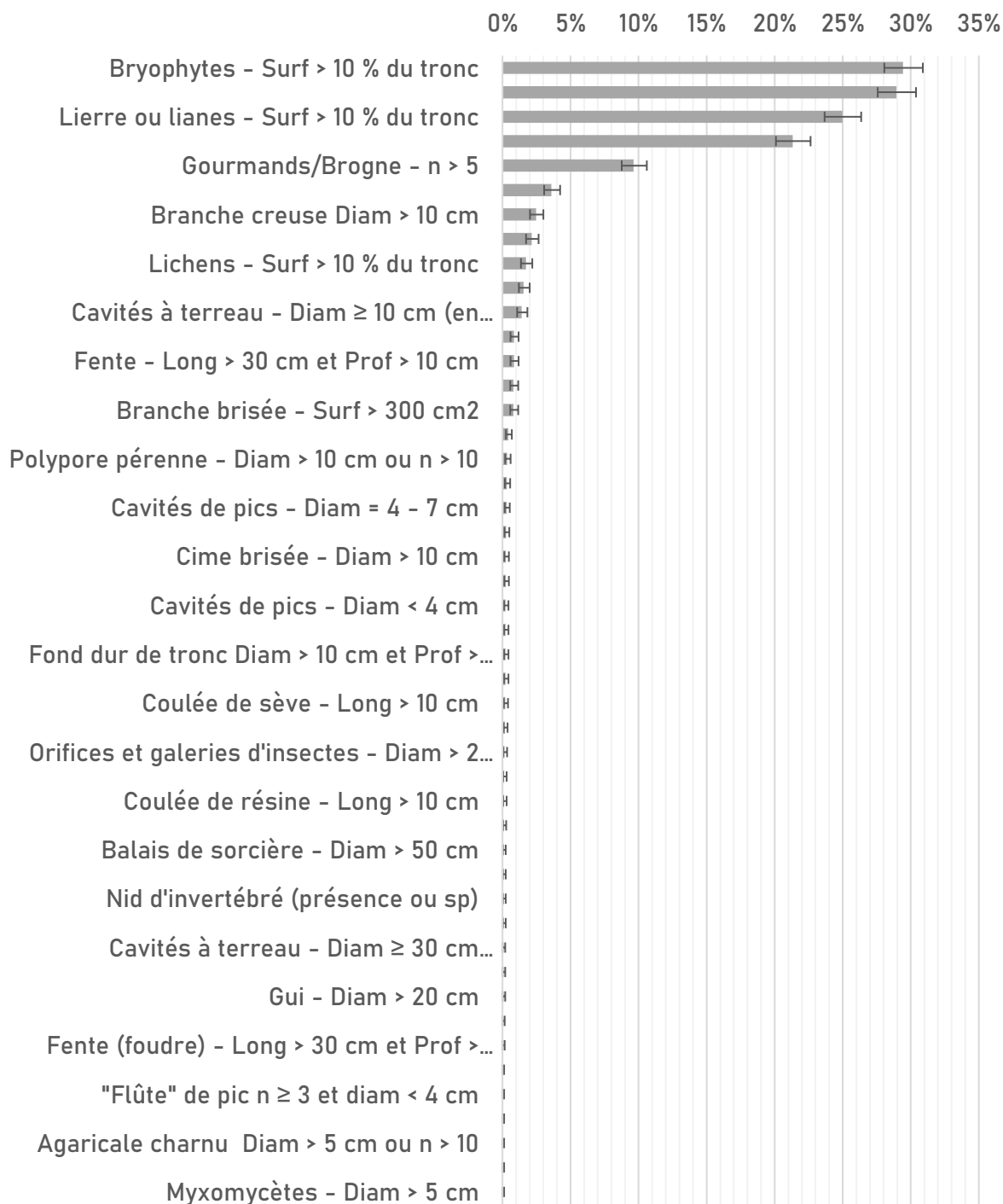


4.6.2.1.2. Micro-habitats par types différenciés



4.6.2.1.3. Micro-habitats précisément différenciés

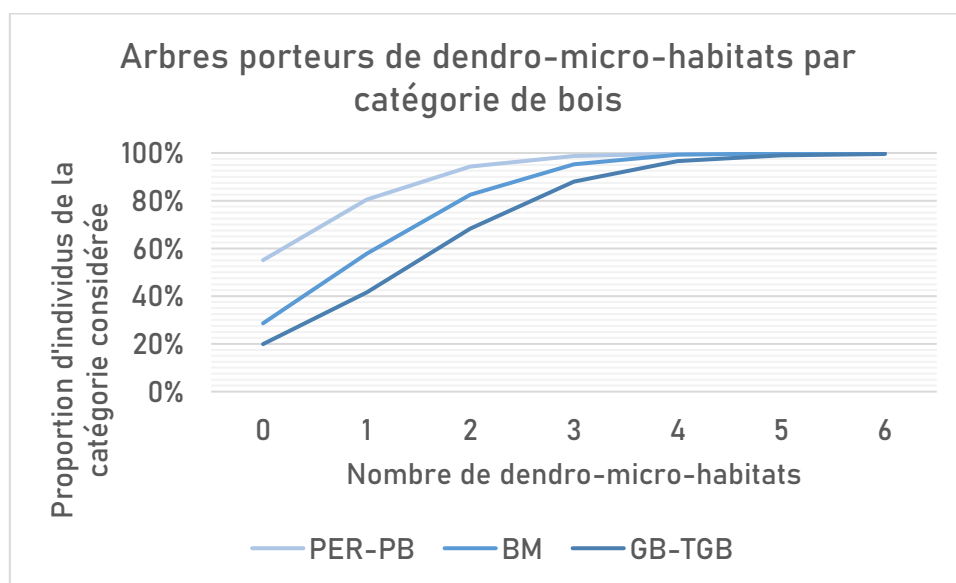
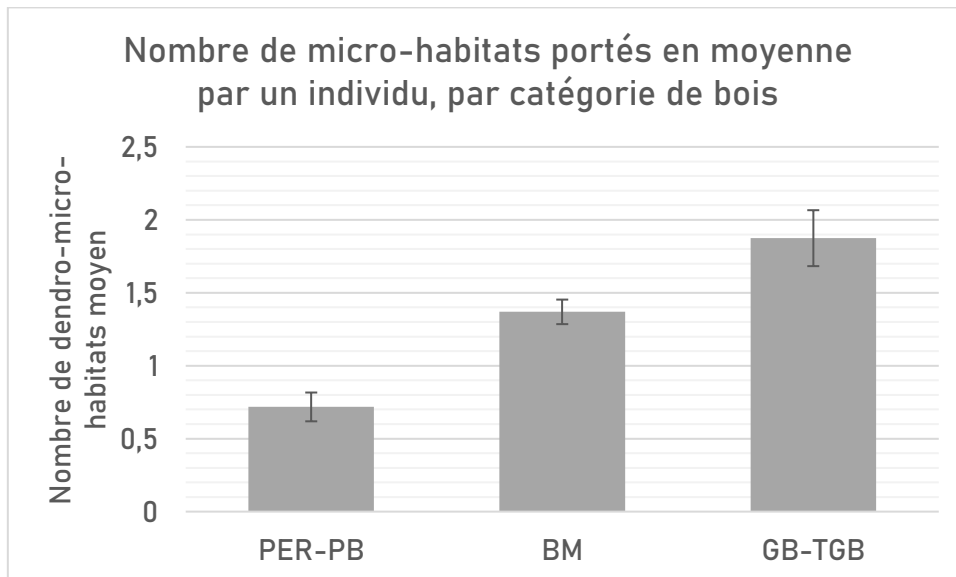
Fréquence des micro-habitats sur les arbres vivants



Commentaire sylvicole

Sur les 57 micro-habitats de la liste utilisée, 41 sont présents. 11 d'entre eux ont une fréquence supérieure à 1%.

4.6.2.2. Dendro-micro-habitats et catégorie de bois

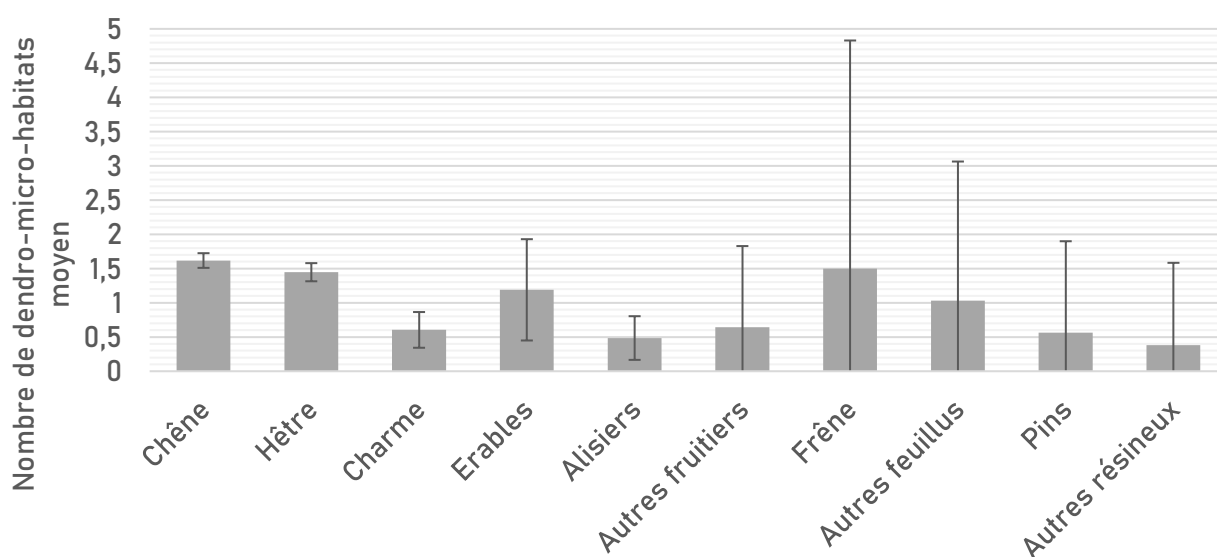


Commentaire sylvicole

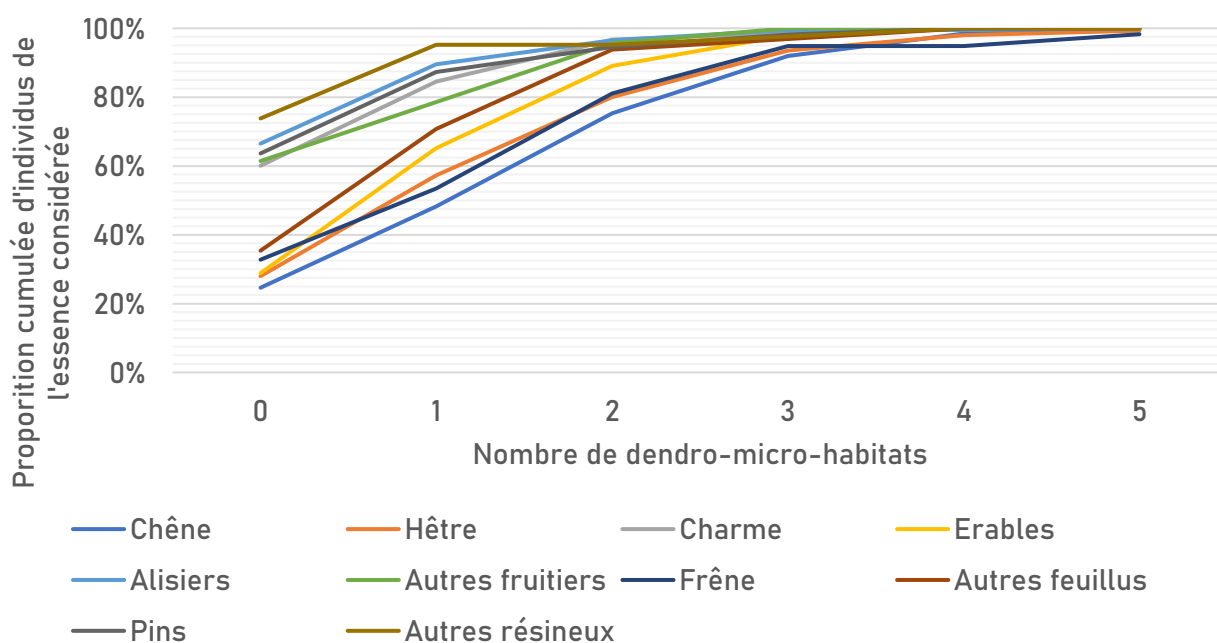
Le nombre de micro-habitats augmente avec le diamètre de l'arbre. C'est un résultat connu et donc confirmé sur le SIGFRA.

4.6.2.3. Dendro-micro-habitats et essence

Nombre de micro-habitats portés en moyenne par un individu, par essence



Arbres porteurs de dendro-micro-habitats par essence

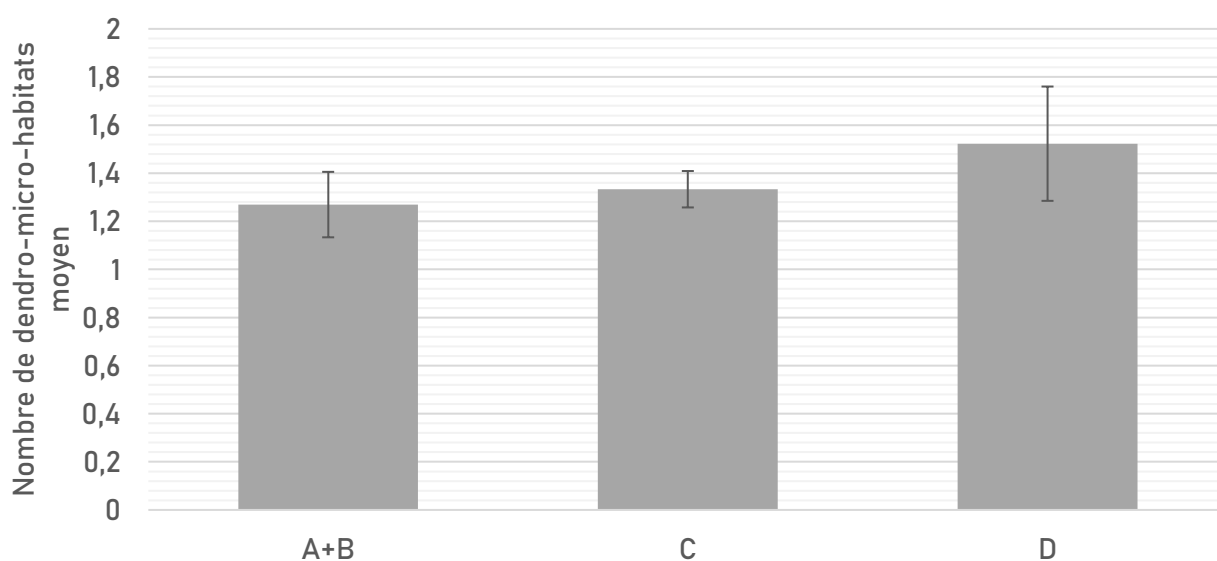


Commentaire sylvicole

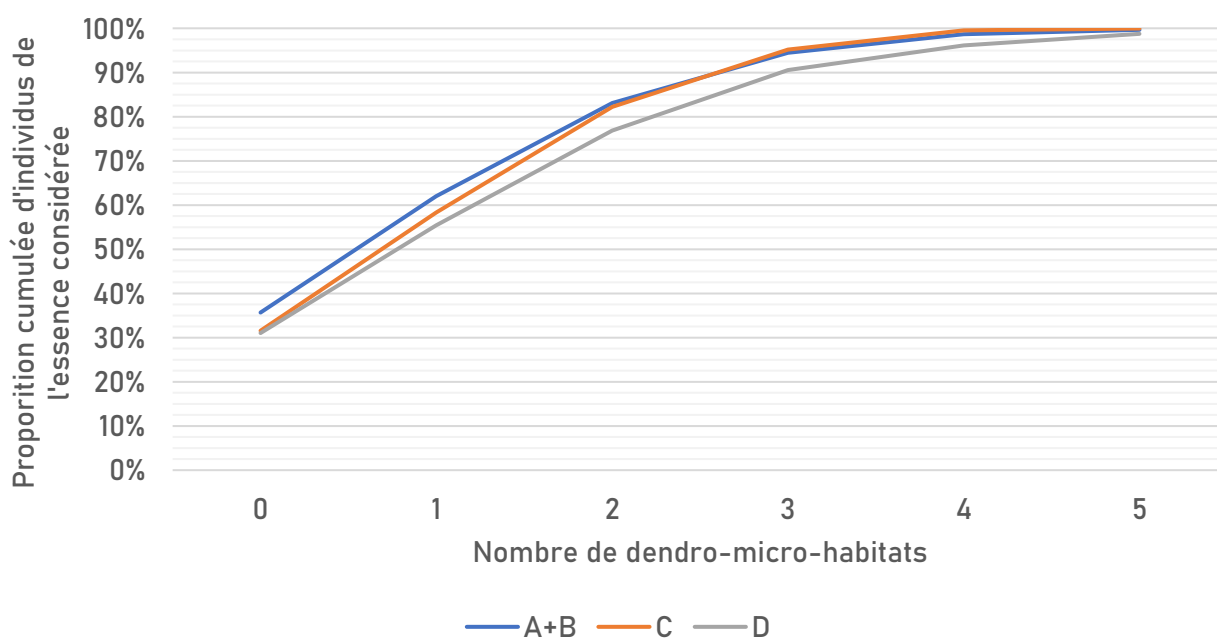
Il se dégage trois catégories d'essences. Les Chênes, les Hêtres et les Frênes portent le plus de micro-habitats. Ils sont suivis des Erables et des feuillus divers. Puis viennent les autres essences. Cette distribution est en partie liée au diamètre des arbres (les gros bois portent plus de micro-habitats, or ils sont principalement composés de Chênes et Hêtres).

4.6.2.4. Dendro-micro-habitats et qualité

Nombre de micro-habitats portés en moyenne par un individu, par qualité



Arbres porteurs de dendro-micro-habitats par qualité



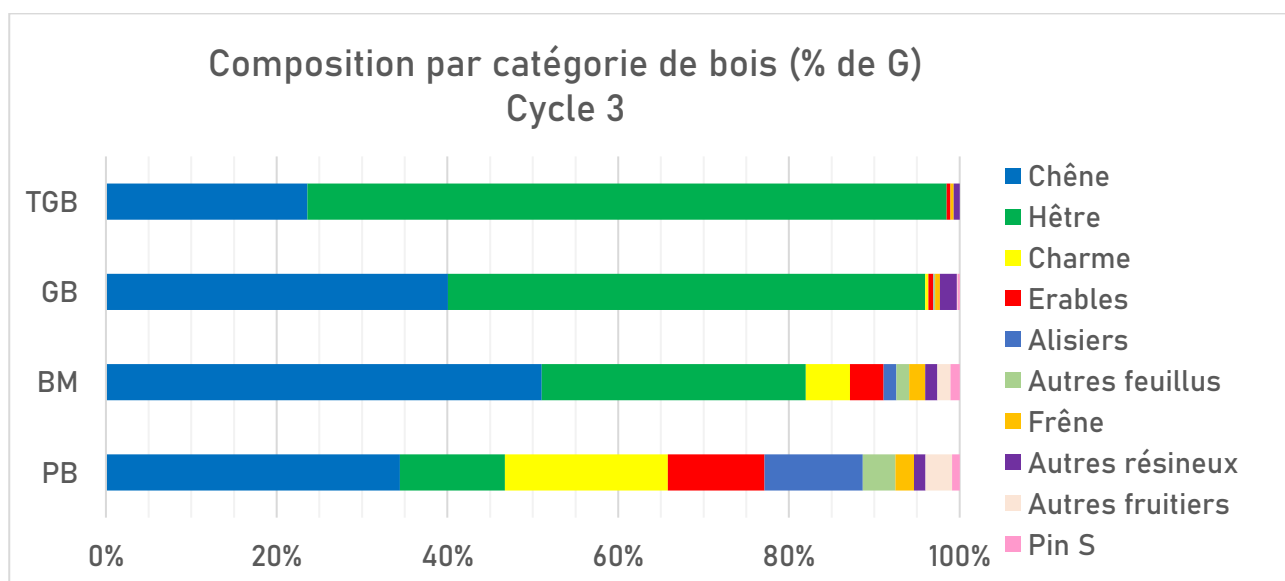
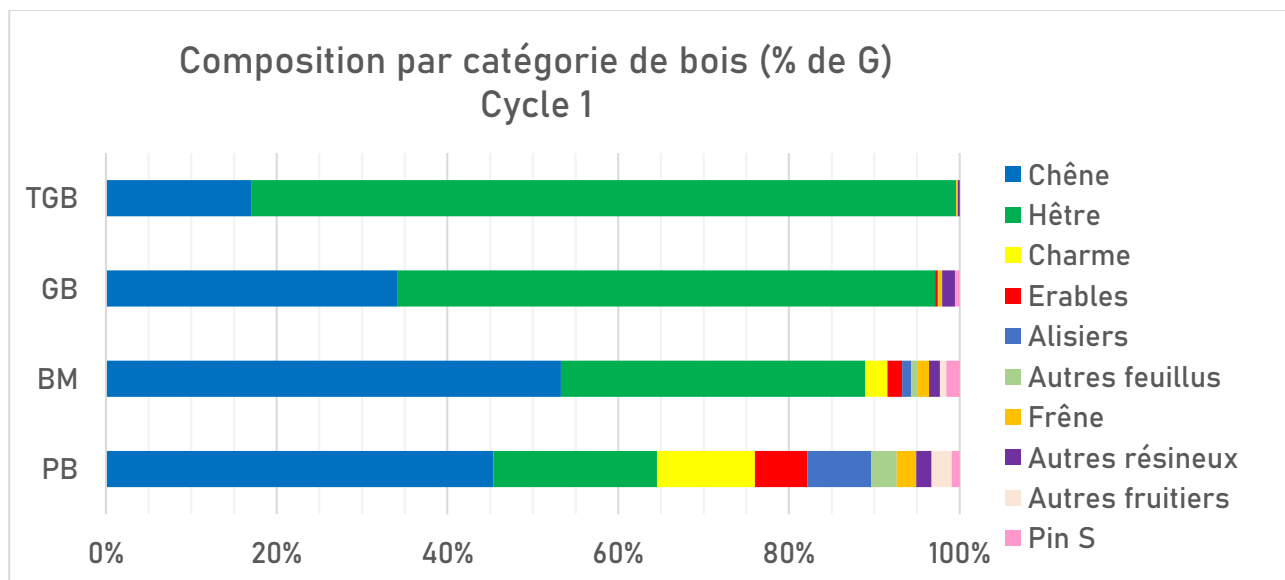
Commentaire sylvicole

La qualité n'a pas d'effet sur le nombre de micro-habitats portés. L'effet « diamètre » est sans doute plus fort que l'effet « qualité ». Schématiquement, les petits bois de mauvaise qualité portent moins de micro-habitats que les gros bois de qualité.

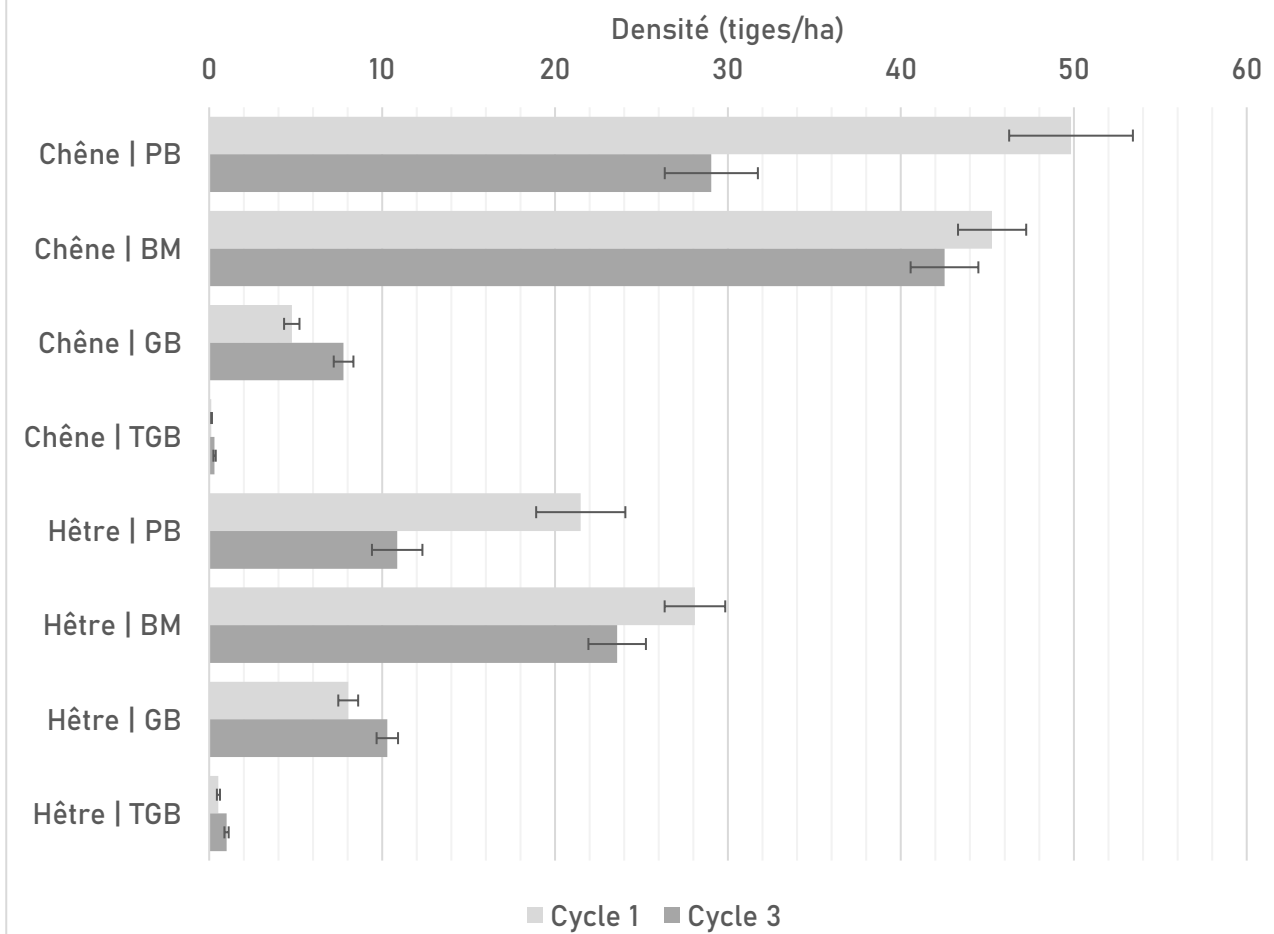
5. Annexes

5.1. Annexe 1 Figures complémentaires

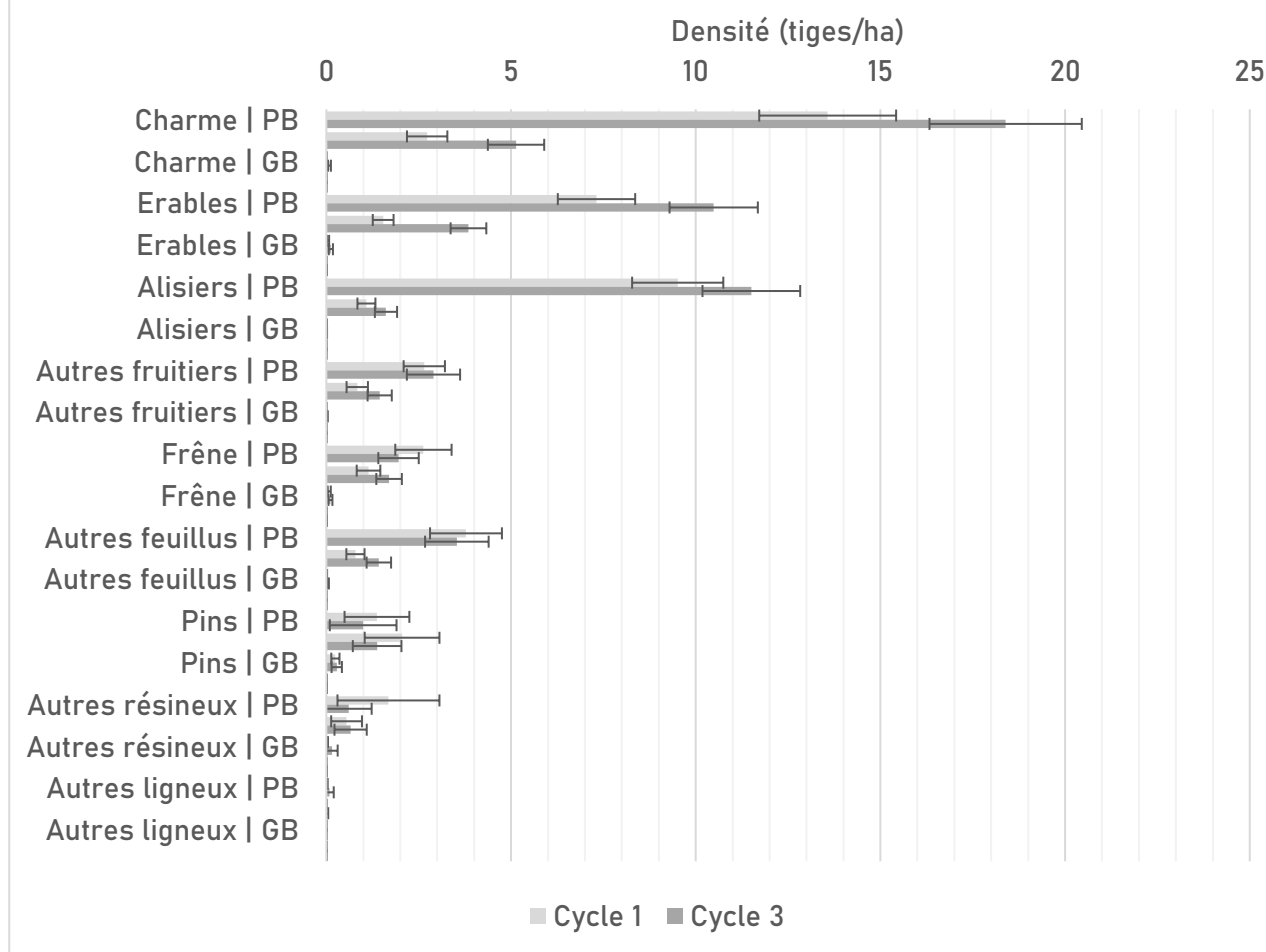
5.1.1. Composition et structure



Evolution du capital (N) par essence et catégorie de bois (partie I Chênes et Hêtre)



Evolution du capital (N) par essence et catégorie de bois (partie I Chênes et Hêtre)



5.2. Annexe 2 Tableaux de données

5.2.1. Capital par essence

	Surface terrière <i>m²/ha</i>	Volume <i>m³/ha</i>	Densité <i>tiges/ha</i>
<i>Cycle 1</i>			
Hêtre	6 ± 0,3	70,5 ± 3,2	57,6 ± 3,3
Chêne S	4,6 ± 0,3	46,6 ± 2,6	60,8 ± 3,8
Chêne	2,3 ± 0,2	22,6 ± 2,2	31,8 ± 3,2
Charme	0,7 ± 0,1	5,8 ± 0,7	16,2 ± 1,8
Chêne P	0,7 ± 0,1	7,5 ± 1,1	6,4 ± 1
Erable C	0,3 ± 0	2,3 ± 0,3	6,8 ± 0,9
Alisier B	0,2 ± 0	1,4 ± 0,2	5,1 ± 0,8
Frêne	0,2 ± 0	2,1 ± 0,4	3,9 ± 0,8
Alisier T	0,2 ± 0	1,7 ± 0,2	5,3 ± 0,8

Merisier	0,1 ± 0	1,1 ± 0,2	2,6 ± 0,6
Tilleul	0,1 ± 0	1 ± 0,2	2,6 ± 0,7
Erable S	0,1 ± 0	1 ± 0,3	1,7 ± 0,5
Pin S	0,2 ± 0,1	2,2 ± 1	2,5 ± 1,1
Pin N	0,1 ± 0,1	1,5 ± 0,8	1,4 ± 1
Epicéa	0,1 ± 0	0,6 ± 0,4	1,1 ± 0,7
Douglas	0 ± 0	0,3 ± 0,4	0,7 ± 0,9
Tremble	0,1 ± 0	0,6 ± 0,2	1,2 ± 0,5
Erable P	0 ± 0	0,3 ± 0,1	0,5 ± 0,2
Orme	0 ± 0	0 ± 0	0,2 ± 0,2
Pommier	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,2
Poirier	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,2
Bouleau	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2
Aulne	0 ± 0	0 ± 0	0,1 ± 0,1
Aubépine	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Sapin P	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Cormier	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Mélèze	0 ± 0	0 ± 0,1	0 ± 0
PPP	0	0	0
Noisetier	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Saule	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Peuplier	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Indéterminée	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Cycle 3

Hêtre	5,9 ± 0,3	73,5 ± 3,5	45,7 ± 2,7
Chêne S	3,9 ± 0,2	42,3 ± 2,7	40,1 ± 3
Chêne	3 ± 0,2	31,3 ± 2,5	34,6 ± 3
Charme	1,1 ± 0,1	9,7 ± 1,1	23,6 ± 2,4
Chêne P	0,6 ± 0,1	7,2 ± 1	4,7 ± 0,8
Erable C	0,6 ± 0,1	4,8 ± 0,5	11,8 ± 1,2
Alisier B	0,3 ± 0	2 ± 0,3	7 ± 1,1
Frêne	0,3 ± 0	2,8 ± 0,5	3,8 ± 0,8
Alisier T	0,3 ± 0	2,1 ± 0,3	6,1 ± 0,9
Merisier	0,2 ± 0	2 ± 0,4	3,7 ± 0,8
Tilleul	0,2 ± 0	2 ± 0,4	3,8 ± 0,9
Erable S	0,2 ± 0	1,7 ± 0,5	2,1 ± 0,6
Pin S	0,1 ± 0,1	1,6 ± 0,8	1,8 ± 1,1
Pin N	0,1 ± 0,1	1,3 ± 0,8	0,8 ± 0,5
Epicéa	0,1 ± 0,1	0,9 ± 0,5	1,5 ± 1,1
Douglas	0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,8	0,4 ± 0,5
Tremble	0 ± 0	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,2
Erable P	0 ± 0	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,2
Orme	0 ± 0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Pommier	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Poirier	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Bouleau	0 ± 0	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,3
Aulne	0 ± 0	0 ± 0,1	0,1 ± 0,2
Aubépine	0 ± 0	0 ± 0	0,1 ± 0,1
Sapin P	0 ± 0	0 ± 0,1	0 ± 0,1

Cormier	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Mélèze	0 ± 0	$0 \pm 0,1$	0 ± 0
PPP	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Noisetier	0 ± 0	0 ± 0	$0 \pm 0,1$
Saule	0 ± 0	0 ± 0	$0 \pm 0,1$
Peuplier	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Indéterminée	0	0	0