

A large, moss-covered oak tree trunk in a forest. The tree is the central focus, with its thick, textured bark and several large, dark, horizontal scars or hollows. The forest floor is covered in fallen leaves and moss. Other trees are visible in the background, some with bare branches and some with green foliage.

LE CHÊNE EN FORÊT ARDENNAISE, UN ATOUT À PRÉSERVER

MATTHIEU ALDERWEIRELD – GAUTHIER LIGOT
NICOLAS LATTE – HUGUES CLAESSENS

Au moment où nous prenons clairement conscience de leur importance au sein de la forêt ardennaise, les populations de chênes sont en diminution, concurrencées par le hêtre qui se régénère plus efficacement et qui est moins abroué par les abondantes populations de cervidés. Pourtant, la valeur ajoutée des chênes en hêtraie ardennaise est évidente, tant en termes de production de bois de qualité que de services écosystémiques. Après avoir décrit ce contexte, l'article propose quelques pistes issues de la littérature pour favoriser la régénération naturelle du chêne.

Les chênes sessile et pédonculé (respectivement *Quercus petraea* LIEBL. et *Quercus robur* L.) constituent ensemble la première essence feuillue en Région wallonne. Selon l'Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW), avec près de 128 000 hectares, les peuplements où le chêne est dominant ou co-dominant constituent près de la moitié de la forêt feuillue, dont une bonne partie (81 000 hectares) sous la forme de chênaie pure ou quasi pure*. Pourtant, sa situation est préoccupante car ses peuplements, issus du contexte socio-économique d'un autre âge, ne retiennent plus l'intérêt des propriétaires forestiers. Dès

* Par convention, peuplements où le chêne représente plus des deux tiers de la surface terrière à l'échelle de la placette de l'IPRFW⁵⁸.

lors, sa régénération n'est plus favorisée, alors que l'exploitation des bois mûrs continue d'assurer des rentrées financières honorables malgré un marché du bois peu porteur dans son ensemble.

Or, dans le contexte particulier de la forêt ardennaise, de plus en plus dominée par le hêtre, le chêne constitue un atout essentiel pour le sylviculteur : il diversifie les hêtraies, structure leurs peuplements et améliore le fonctionnement de l'écosystème et en particulier sa résilience face aux aléas climatiques et phytosanitaires.

Cet article fait le point sur la situation du chêne en forêt ardennaise, sur son apport en tant que compagnon du hêtre et propose quelques pistes de réflexion pour favoriser son indispensable régénération au sein des massifs feuillus d'Ardenne.

LE CHÊNE DANS LE CONTEXTE ARDENNAIS

Importance de la chênaie en Ardenne

En Ardenne, les deux chênes et le hêtre constituent l'essentiel des feuillus. Selon l'IPRFW, les chênaies, les hêtraies et leur mélange constituent près des trois quarts (71 %) de la surface feuillue (figure 1). Ils forment un continuum depuis les chênaies pures et équiennes jusqu'aux hêtraies jardinées, en passant par différentes modalités de combinaison de mélanges et de structures plus ou moins régulières²³.

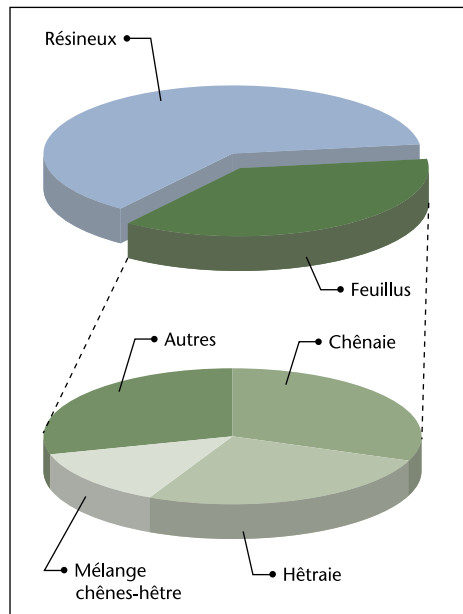
Les massifs feuillus les plus étendus se situent sur les retombées nord et sud du plateau, en Ardenne occidentale, depuis l'Ardenne couvinoise jusqu'au massif de Saint-Hubert et en Ardenne méridionale,

depuis la forêt d'Herbeumont jusqu'au massif d'Anlier. Le chêne est nettement plus dominant en Ardenne occidentale (et en particulier en Ardenne couvinoise) que plus à l'est et sur le plateau proprement dit, où le hêtre domine fréquemment (figure 2).

Niche du chêne en Ardenne

Théoriquement, étant donné les exigences écologiques du chêne sessile et du hêtre vis-à-vis des facteurs du milieu, les stations ardennaises qui conviennent au hêtre, conviennent également au chêne sessile⁵⁶, à l'exception des stations à plus de 500 mètres d'altitude. On peut donc affirmer en première approche que le chêne sessile a tout à fait sa place en hêtraie ar-

Figure 1 – Importance des peuplements feuillus en Ardenne (en haut) et parmi ceux-ci (en bas) les proportions de hêtraies, de chênaies et de leur mélange (source : placettes de l'IPRFW avec plus de deux tiers de surface terrière occupée par l'espèce ou le mélange des deux espèces).



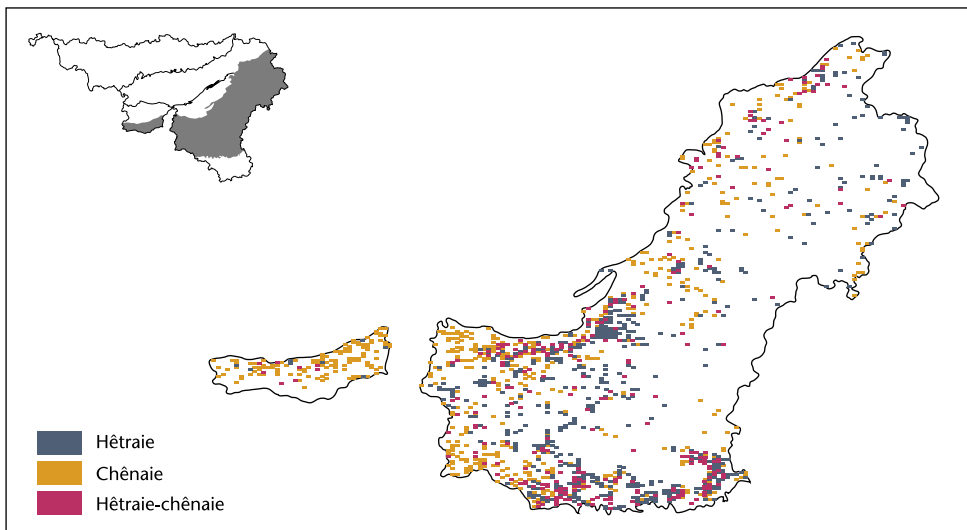
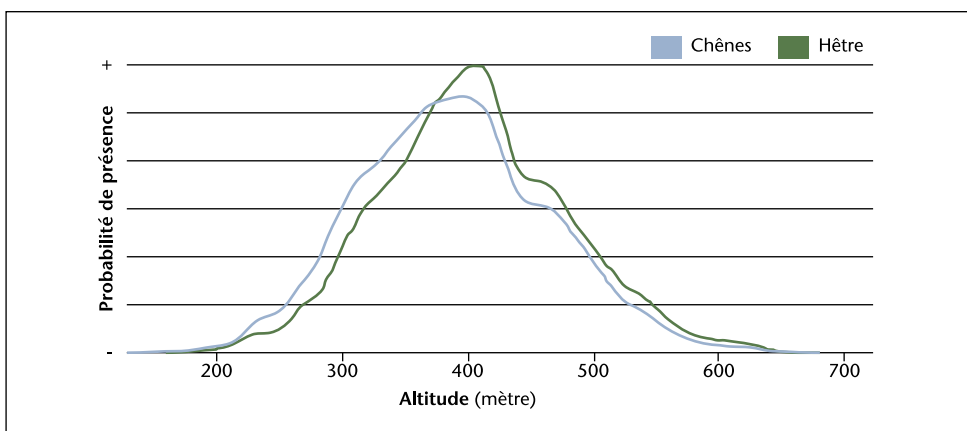


Figure 2 – Localisation des forêts à chênes et hêtre dominants au sein de l'Ardenne (source : IPRFW).

Figure 3 – Niches écologiques des chênes et du hêtre en Ardenne, déterminées à partir de la présence des espèces dans les relevés phytosociologiques de l'IPRFW pour les strates de végétation de plus de 3 mètres de haut.



dennaise pour autant que les restrictions en termes d'altitude soient respectées. L'examen des données du premier cycle (de 1994 à 2008) de l'IPRFW, nous permet de confirmer cette approche.

En ce qui concerne l'altitude, il n'est pas possible de différencier clairement les ni-

ches écologiques des chênes* et du hêtre en se basant uniquement sur leur présence ou leur absence dans les relevés

* Dans la méthodologie de l'IPRFW, la distinction entre les deux espèces de chêne n'est pas systématique, en raison de la difficulté d'identification hors feuilles.

phytosociologiques (figure 3). Toutefois, l'abondance des chênes par rapport à celle du hêtre diminue très significativement avec l'altitude (figure 4). Au niveau plus local des conditions trophiques et hydriques, la niche écologique du hêtre est comprise dans celle des chênes, légèrement plus étendue (figure 5). D'ailleurs conformément à leur autécologie, les chê-

nes sont légèrement plus abondants dans les versants chauds* plus secs et souvent plus pauvres (chêne sessile) ainsi que dans les fonds de vallée plus frais et riches (chêne pédonculé) (figure 6).

* Pente supérieure ou égale à 10 % et d'exposition comprise entre l'ESE (112,5°) et l'ONO (292,5°)

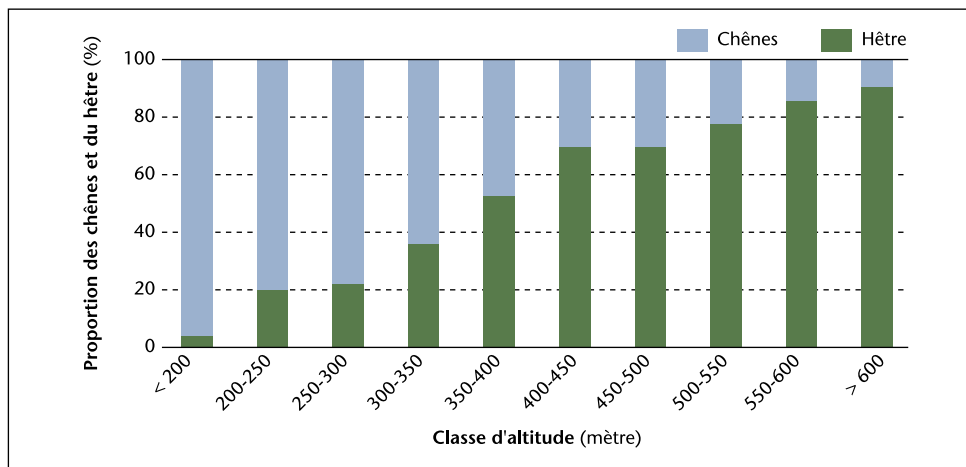
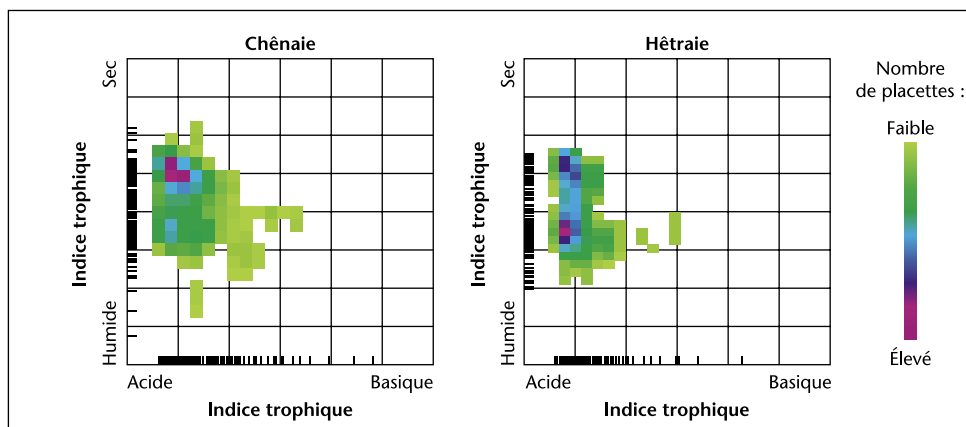


Figure 4 – Proportion des chênes et du hêtre dans l'ensemble des peuplements dominés par ces deux essences (source : relevés phytosociologiques de l'IPRFW pour les strates de végétation de plus de 3 mètres de haut).

Figure 5 – Répartition dans le diagramme écologique de RAMEAU⁵⁶ des hêtraies et chênaies relevées par l'IPRFW en Ardenne (source : calcul des niveaux hydrique et trophique par l'intermédiaire du caractère indicateur de la flore, suivant le principe du logiciel ECOFLORE⁸).



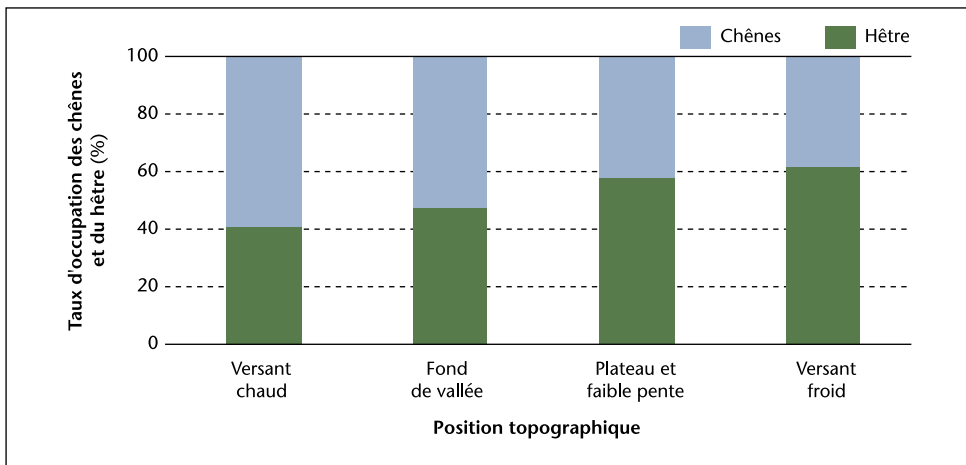


Figure 6 – Taux d'occupation des chênes et du hêtre en Ardenne en fonction de la position topographique.

LE RECLU DU CHÊNE DANS L'AIRE DE LA HÊTRAIE ARDENNAISE

La structure globale de la chênaie ardennaise, contrairement à celle de la hêtraie, présente un net déséquilibre avec un déficit marqué d'individus de moins de 60 cm de circonférence (figure 7). Ce constat, également valable pour l'ensemble de la chênaie wallonne⁴⁰, est la résultante de multiples facteurs et nous indique que le chêne occupera inévitablement une place plus réduite dans les années à venir. Les principaux facteurs déterminants de ce déclin sont le contexte socio-économique, les stratégies de développement respectives des essences, la sylviculture menée dans les massifs ardennais et la pression du gibier.

Conditions socio-économiques et filière bois

L'évolution des conditions socio-économiques et du marché du bois est une cause importante d'absence de renouvellement actif du chêne⁴² qui faisait autrefois partie des

priorités des sylviculteurs. En effet, d'une part, le chêne est moins demandé que par le passé, lorsqu'il entrait systématiquement dans la construction et dans la fabrication d'une grande diversité d'outils et d'équipements ; et d'autre part, en regard de la longue révolution des chênaies, surtout en Ardenne, l'investissement dans la plantation et son suivi découragent les propriétaires. Les données de l'IPRFW confirment en effet que seuls les pouvoirs publics plantent encore significativement du chêne.

Envahissement par le hêtre

En 1884, la commission d'inspection forestière constatait déjà une certaine hégémonie du hêtre : « Le hêtre est l'essence dominante de la futaie pleine ; à lui seul, il doit bien former les neuf dixièmes des massifs. Le reste est à peu près uniquement représenté par du mélange plus ou moins intime hêtre et chêne (sessile). Ce dernier tend même à disparaître, étouffé par la croissance plus rapide et le couvert plus intense de son associé. Les exemples ne manquent pas pour témoigner de cet envahissement du hêtre, qui, si l'on n'y

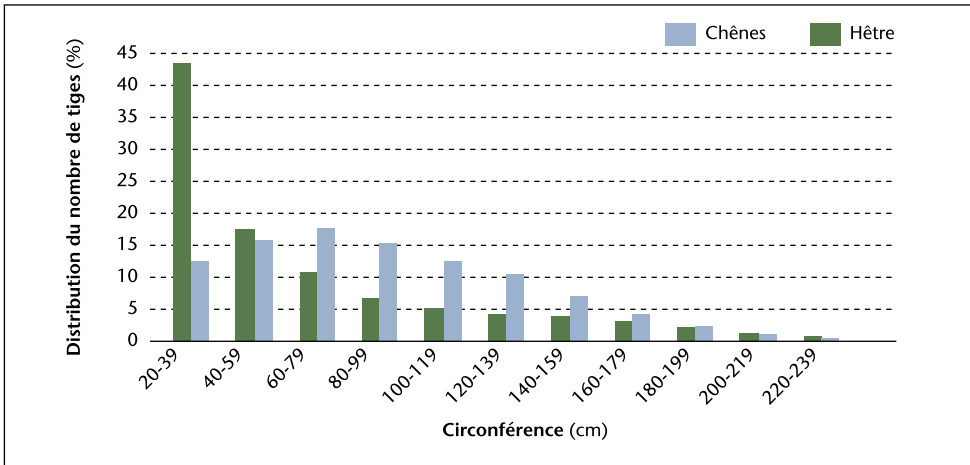


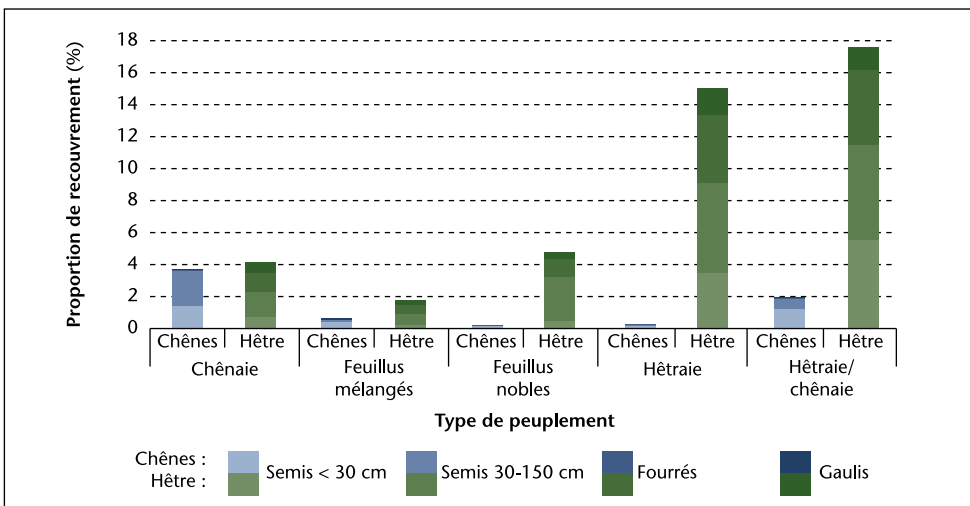
Figure 7 – Distribution du nombre de tiges par catégorie de grosseur pour les chênes et le hêtre en hêtraie à luzule potentielle ardennaise (source : IPRFW).


fait attention, règnera bientôt en despote sur la région. »⁵⁴

Plus d'un siècle plus tard, les perspectives ne sont pas vraiment meilleures pour le chêne. Une analyse des données de

l'IPRFW montre que le hêtre se régénère abondamment dans tous les types de peuplements alors que les régénérations naturelles efficaces de chêne sont exceptionnelles. En effet, la régénération du chêne est moins fréquente que celle du hêtre et

Figure 8 – Proportion de recouvrement des différents stades de régénération des chênes et du hêtre par types de peuplement (IPRFW). Seuls les peuplements feuillus en hêtraie à luzule potentielle sont considérés. Les jeunes plantations ont également été exclues.





Régénération du hêtre
sous un groupe de vieux
chênes (forêt d'Anlier).

© H. Claessens

est, surtout, régulièrement arrêtée au stade de semis, même en chênaie (figure 8).

En pleine lumière et en absence de compétition, la croissance juvénile des chênes est vraisemblablement plus forte que celle des jeunes hêtres²⁷. Par contre, sous le couvert et en présence de compétition, c'est la tendance inverse qui est généralement observée¹⁰. Le hêtre est en effet la plus compétitrice et la plus tolérante à l'ombrage des essences feuillues ; il supporte bien la concurrence, et forme des peuplements denses avec une surface terrière optimale supérieure à celle des autres essences². Dans ces conditions, la régénéra-

tion de hêtre est la plupart du temps déjà installée en sous-bois lorsque le chêne se régénère ; elle dispose ainsi d'une avance déterminante.

Anciens traitements

De surcroît, depuis le siècle passé, cette dynamique naturelle a été accentuée par de longues révolutions et des coupes prudentes. Ces dernières ont favorisé le hêtre et conduit de facto à une accumulation du volume sur pied, à une faible diversité^{26, 29} et à la production de bois de qualité médiocre (cœur rouge). Dans ce contexte, l'ambiance forestière très ombragée n'a pas permis aux essences compagnes, et en particulier au chêne, nettement héliophile dès le jeune âge, de se régénérer. Ce dernier n'a pu se maintenir que dans l'étage dominant grâce à sa grande longévité^{9, 44}. En conséquence, les exemples de peuplements où les essences compagnes de la hêtraie ne sont que marginales au sein de la canopée alors qu'elles dominaient les stades de gaulis et de perchis ne manquent pas^{50, 62}.

Abrouissement

L'excès de gibier représente aujourd'hui un lourd handicap pour la régénération, et en particulier pour le chêne qui est connu pour être des plus appétant. En hêtraie acidophile ardennaise, étant donné la relative faiblesse de la capacité d'accueil⁵⁵ et l'abondance des populations de gibier, le problème est encore plus marqué qu'ailleurs.

Même si les semis de chêne ont la capacité de survivre à la dent du gibier³³ grâce aux nombreux bourgeons dormants qui sont activés après la perte d'une pousse⁵⁹, le ralentissement de leur croissance les maintient à portée du gibier et anéantit

leurs chances de rivaliser avec la régénération de hêtre. L'abroustissement modifie donc l'intensité de la compétition avec les autres espèces ligneuses et herbacées. De surcroît, les plants dont la pousse terminale échappe à l'abroustissement ne sont pas pour autant sauvés de la dent du gibier puisqu'ils peuvent encore être débarrassés de leurs branches et feuillage⁴⁵.

Pour RATCLIFFE⁵⁷, qui travaille dans les forêts du sud de l'Écosse, une densité excédant 40 à 80 individus par 1 000 hectares empêche tout développement de semis ligneux. Même avec une densité aussi faible que 14 individus par 1 000 hectares., le chêne éprouve des difficultés à se régénérer³⁸. Ainsi, pour LICOPPE⁴⁵, en Ardenne, au niveau du massif de Saint-Hubert, en l'absence de clôture de protection, toute tentative d'introduction du chêne (entre autres) est vouée à l'échec.

L'APPORT DU CHÊNE EN HÊTRAIE ARDENNAISE

Spontanément, le paysage forestier ardennais évolue vers une hêtraie plus ou moins pure qui constitue la phase climacique de la végétation. Favoriser les mélanges ne relève donc pas du strict respect de la naturalité⁶¹ et requiert l'application d'une sylviculture interventionniste. Dans le cadre d'une gestion multifonctionnelle des forêts, cette dernière se justifie toutefois à plusieurs points de vue.

Biodiversité et services écosystémiques

En règle générale, la coexistence de plusieurs essences au sein des peuplements favorise le développement de cortèges d'organismes diversifiés¹⁵ et semble améliorer la qualité des services écosystémiques (d'ordre économiques, écologiques et sociaux)²¹. En



*Semis de chêne
abroustis.*

© G. Ligot

particulier, le chêne est l'habitat de quelques espèces emblématiques comme le pic mar, qui, par les cavités qu'il creuse et son alimentation spécifique, est à la fois producteur et indicateur de biodiversité⁴¹.

La tendance du hêtre à dominer ses compagnons, à former des peuplements purs et sombres, peut donc être vue comme une entrave à une certaine forme de biodiversité⁴⁹. En effet, de manière générale, les peuplements dominés par des essences héliophiles, qui représentent théoriquement les stades post-pionniers du métaclimax, apportent leur lot d'espèces associées. Elles s'assortissent aussi de conditions plus favorables au développement d'essences d'accompagnement¹⁴.

Le pic mar, espèce « parapluie », à la fois productrice et indicatrice de biodiversité, est une espèce typiquement inféodée aux chênes (même si, comme ici, il ne dédaigne pas les bois plus tendres).



Minéralisation et fertilité des sols

De surcroît, dans le cas particulier de la hêtraie pure d'Ardenne, la décomposition de la litière est lente et conduit à long terme à l'acidification et à la dégradation des conditions de fertilité des sols²⁵. La fane du hêtre est en effet reconnue comme étant la plus acidifiante de tous nos feuillus⁵. En plus de créer une barrière physique face à l'enracinement des jeunes plantules, les feuilles fraîches de hêtre contiennent une forte quantité d'acides hydrosolubles, qui réduisent la densité microbienne, induisant une évolution ralentie de la litière et une faible minéralisation²².

Les interactions entre les fanes d'espèces différentes sont encore à clarifier, mais il est vraisemblable que la présence du chêne, dont le rapport C/N de la fane est plus favorable, accélère la décomposition de la litière⁵³. Elle permettrait ainsi une meilleure activité biologique et un meilleur équilibre des sols²⁵. Bien que JONARD *et al.*³⁷ n'aient pu le mettre en évidence, pour DELVINGT *et al.*²⁵, le phénomène serait lié à une activité biologique plus intense grâce à une meilleure mise en lumière du sol résultant d'un couvert plus léger. La présence du chêne semble d'ailleurs avoir une influence favorable sur la diversité des espèces inféodées à la litière et indispensable à la minéralisation³⁰.

Exploitation optimale des stations

Lorsque les conditions stationnelles sont hétérogènes, le chêne peut valoriser certaines zones peu favorables au hêtre comme les versants secs et ensoleillés⁵⁴ ou les sols trop compacts ou mal drainés (hydromorphie temporaire)⁶. Ce partage latéral du sol est également possible sur le plan vertical²⁰ puisque le chêne possède

un système racinaire plus profond que celui du hêtre.

Résilience des peuplements

De manière générale, la gestion des peuplements mélangés est plus souple et permet de s'adapter à l'évolution, parfois rapide, des besoins de la société et du marché⁶¹ ; ils entraînent aussi une meilleure répartition des risques abiotiques (comme les chablis et sécheresses) et biotiques (champignons, insectes, cervidés...)^{7, 31, 36}.

De plus, le hêtre est une essence réputée sensible au vent. Les futaies de hêtre figurent parmi les peuplements feuillus les plus touchés lors des tempêtes de 1990 et 1999 en France^{4, 11}. L'introduction de chêne dans les peuplements de hêtre contribue donc à leur stabilité.

Enfin, les premiers signes de changements climatiques apparaissent à plusieurs endroits du globe. Dans l'hypothèse d'un réchauffement climatique significatif, le hêtre, sensible à la chaleur et à la sécheresse, risque de ne plus pouvoir satisfaire ses besoins en eau dans certaines des stations qu'il occupe aujourd'hui en Belgique (voir encart « Hêtre et chêne sessile face aux changements climatiques »). Le risque étant d'autant plus grand que l'altitude est faible. Même si, dans la hêtraie ardennaise dont le climat est submontagnard, cet impact devrait manifestement être limité aux stations les plus exposées, l'introduction de chênes ou l'augmentation de l'espace qu'il occupe déjà dans certains milieux sont à envisager².

Production de bois de qualité

En Ardenne, le chêne n'a pas la réputation de fournir du bois de qualité. Cependant, celle-ci provient en grande partie de

l'histoire des traitements sylvicoles des peuplements³². En effet, dans les domaines de la hêtraie à luzule et de la chênaie acidiphile, en se limitant au régime de la futaie (non issue des taillis ou du taillis sous futaie convertis), PLAK⁵² et GRUSELLE³² ont identifié des chênes sessiles aptes à la menuiserie et à l'ébénisterie, et ce, que les conditions écologiques soient favorables (hêtraies fertiles du *Luzulo-Fagetum festucetosum*) ou plus contraignantes (chênaies acides et sèches du *Luzulo-Quercetum leucobryetosum*).

Excepté en haute Ardenne, les stations de la hêtraie et de la chênaie acidophile offrent donc des conditions écologiques favorables à la production de bois de chêne de qualité. Ce créneau est sous-utilisé, essentiellement en raison des traitements sylvicoles passés et de la concurrence du hêtre.

SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

Au moment où nous prenons clairement conscience de leur importance au sein de la forêt ardennaise, les populations de chênes sont en diminution, concurrencées par le hêtre dont la régénération est plus efficace et moins aboutie par les abondantes populations de cervidés.

Pourtant, la valeur ajoutée des chênes en hêtraie ardennaise est évidente, tant en termes de production de bois de qualité que de services écosystémiques. En particulier, le chêne sessile est un atout considérable dans le cadre du réchauffement climatique. Mieux armé que le hêtre face aux épisodes secs et chauds, le chêne sessile constitue un élément indispensable au maintien d'un écosystème forestier résilient.

À l'horizon 2100, d'après LAURENT *et al.*³⁹, pour notre pays et en particulier pour l'Ardenne, les effets les plus marquants des changements globaux seraient :

- une augmentation de la température annuelle moyenne de l'ordre de 3 °C, tant en été qu'en hiver ;
- un changement du régime des précipitations, qui devraient être légèrement plus abondantes en hiver (+18 %) mais se faire plus rares (-15 %) et plus concentrées en période de végétation et en particulier en été (-24 %).

Ces valeurs s'appuient sur le scénario d'évolution ATB proposé par le GIEC³⁵ dans ses actions de sensibilisation. Même si l'ampleur de ces changements est difficile à prévoir, les scientifiques s'accordent sur la tendance au cours de ce siècle.

Globalement, l'augmentation du taux de CO₂ et de la température annuelle moyenne se traduit par un allongement de la période de végétation (une augmentation de 2,5 jours par décennie a déjà été mesurée au siècle passé par MENZEL *et al.*⁴⁷) et une augmentation globale de la productivité forestière, déjà observée en Europe tempérée depuis plusieurs décennies¹². Cependant, il faut, dans ce cas, que la station puisse assurer cette croissance.

Or, d'une part, l'augmentation de température implique aussi une augmentation de l'évapotranspiration qui consomme les ressources en eau de la station, et d'autre part, la disponibilité de cette eau en période de végétation sera moindre. Sans écarter d'autres problèmes plus complexes, comme les relations hôte-parasite

par exemple, les scientifiques s'accordent pour en déduire qu'un des problèmes majeurs de nos forêts sera lié aux stress hydriques, qui apparaîtront avec une acuité accrue selon les stations et la capacité des essences à y résister.

À cet égard, le chêne sessile et le hêtre ne sont pas également armés. En effet, le chêne sessile possède trois atouts qui lui permettent de mieux supporter les épisodes secs et chauds :

- un enracinement puissant et profond ayant accès à un maximum de ressources en eau⁴⁶ ;
- une meilleure efficacité du transport de sève dans les conditions de sécheresse, grâce à un xylème moins vulnérable à la cavitation¹⁷ ;
- une capacité à contrôler l'ouverture stomatique, limitant la transpiration dans des conditions de sécheresse relativement poussées¹⁶.

Ainsi, dans nos climats d'Europe subatlantique, les exigences et tolérances climatiques du hêtre et du chêne sessile sont différentes (tableau 1) ; le chêne se montrant nettement plus tolérant à la chaleur et à la sécheresse.

Bien que le climat frais (température annuelle moyenne inférieure à 8 °C) et humide (précipitations annuelles supérieures à 1 000 mm) de l'Ardenne ne va pas devenir rapidement inhospitalier pour le hêtre, il devrait devenir de plus en plus adéquat pour le chêne sessile, qui pourrait déjà se montrer plus compétitif que le hêtre dans les situations les plus xériques, comme on l'observe déjà sur les versants chauds. À titre d'illustration, les cartes ci-contre, issues d'une interprétation grossière de la carte des sols et de la topographie, identifient (...)

Tableau 1 – Exigences et tolérances du chêne sessile et du hêtre en Europe subatlantique.

| Caractéristique climatique | Hêtre | Chêne sessile |
|---|---------------|---------------|
| Température annuelle moyenne optimale | 7-10 °C | 8-12 °C |
| Température annuelle moyenne extrêmes | 3-12 °C | Max. 15 °C |
| Température maximum critique | + 41 °C | + 45 °C |
| Précipitations annuelles minimales | 750 mm | 600 mm |
| Hygrométrie optimale | 85 % | 80 % |
| Tolérance à la sécheresse atmosphérique | Très sensible | Peu sensible |

(...) des situations où la hêtraie actuelle pourrait souffrir du réchauffement climatique et diminuer sa pression sur le chêne. La carte n° 2 identifie les milieux qui sont déjà sensibles, avec un sol superficiel sur des versants chauds ;

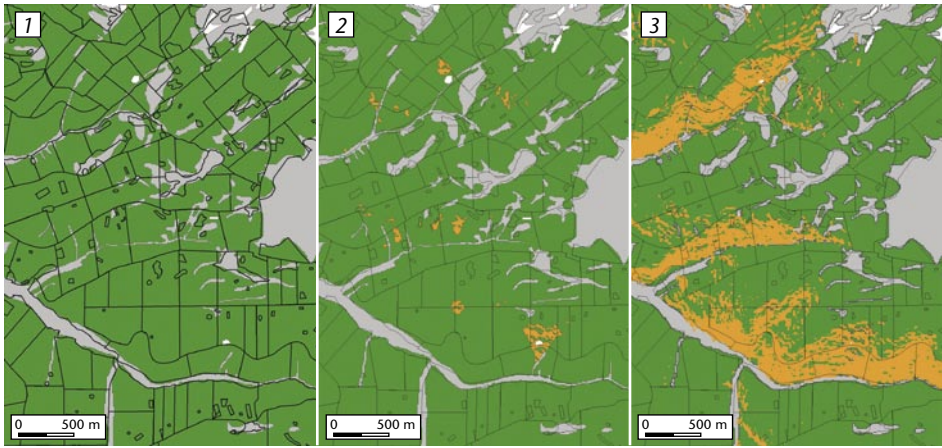
la carte n° 3 met en évidence tous les versants marqués (pente > 20 %) exposés au sud qui, à long terme, pourraient devenir inhospitaliers pour le hêtre en cas de réchauffement climatique soutenu.

Impact possible d'une contrainte climatique sur la hêtraie ardennaise. Exemple : zone forestière dans le massif de Saint-Hubert.

Situation actuelle sans contrainte

Milieux sensibles à court terme : versants exposés au sud avec sol superficiel

Milieux sensibles à long terme : versants exposés au sud, quelle que soit la réserve en eau du sol



Parcelle DNF

- Hêtraie à luzule potentielle (traitée en hêtraie-chênaie)
- Zones incompatibles avec le hêtre (> chênaies sessiflores)
- Autres habitats (milieux alluviaux, « argiles blanches »...)

Tant qu'il existe encore dans les peuplements, il serait bon d'en favoriser la régénération par des interventions franches et décidées, allant à l'encontre de la dominance naturelle du hêtre.

Favoriser la régénération naturelle de chêne en hêtraie ardennaise

Favoriser la régénération naturelle du chêne requiert une sylviculture interventionniste menant à une gestion fine de l'éclaircissement

ainsi qu'au contrôle de la compétition exercée par les herbacées et le hêtre.

Étant donné la difficulté avec laquelle une installation massive de semis de chêne peut être acquise, la régénération naturelle de surfaces importantes est très peu probable en hêtraie ardennaise et peut difficilement être intégrée dans un plan d'aménagement. Par ailleurs, le traitement en futaie jardinée mélangée par

ped est peu propice à la régénération naturelle du chêne qui sera vite étouffée par le hêtre. Il est dès lors préférable de cibler les interventions sylvicoles par groupes d'arbres. Ainsi, la variabilité spatiale de la lumière transmise au sous bois augmente pour atteindre par endroit un niveau suffisant à la croissance de semis de chêne^{1, 2}. De plus, le traitement par groupe facilite le contrôle de la compétition (travail du sol localisé sous de beaux semenciers lorsqu'une bonne glandée est observée, par exemple). Les avis divergent toutefois sur la taille des groupes qui permet de conserver les avantages liés au mélange tout en maintenant un éclaircissement des chênes suffisant. Pour BOUDRU¹³ et LEMAIRE⁴³, il est nécessaire de constituer des groupes d'au moins 20 ares. D'autres considèrent que de petits groupes de 3 à 10 ares selon la qualité des sols peuvent convenir³. Pour BRUCIAMACCHIE *et al.*¹⁹, il est possible de régénérer le chêne sur semis acquis grâce à l'apport de lumière créé par l'exploitation d'un très gros bois. Cette option est cependant surtout à considérer dans le cadre de futaies claires, dans lesquelles les cimes sont développées et les arbres espacés. En hêtraie ardennaise, faite de hauts arbres à cime réduite, les conditions de lumière imposent vraisemblablement la réalisation de trouées plus conséquentes. Dans le contexte de la hêtraie à luzule, selon DEGEN *et al.*²⁴ et ORFINGER *et al.*⁵¹, des trouées de 7 ares minimum sont nécessaires pour affranchir les chênes de la pression du hêtre³⁴.

Afin de maintenir une dynamique favorable à la régénération et au développement du chêne, il existe plusieurs normes exprimées en termes de surface terrière. Les valeurs cibles vont dépendre de la structure et de la composition du peu-

plement². En futaie irrégulière, la surface terrière ne devrait pas excéder 20 m²/ha selon BRUCIAMACCHIE et DE TURCKHEIM¹⁸, voire plutôt 15 à 20 m²/ha selon SARDIN⁶⁰. ANCEL² va même jusqu'à conseiller 11 à 14 m²/ha dans un contexte où le chêne domine. FAGNERAY²⁸ propose pour la hêtraie à luzule d'Ardenne belge méridionale une norme de surface terrière avant martelage variant de 14 à 22 m²/ha en fonction du taux d'essence de lumière dans la hêtraie (figure 9). Cependant, cette norme envisage la régénération de la forêt sans préférence pour le chêne. Après des années d'application, force est de constater qu'elle a plutôt favorisé la régénération naturelle du hêtre.

En situation normale, une bonne gestion de l'ambiance lumineuse, une bonne connaissance du terrain et de sa flore permettent de limiter l'apparition de situations de blocage. Une attention particulière doit néanmoins toujours être accordée au contrôle de la végétation compétitrice⁴³ et notamment dans certaines situations particulières. C'est par exemple le cas lorsque la strate herbacée s'est développée de manière importante en raison d'une gestion inadéquate du sous-étage ou d'un accident de parcours, comme dans le cas de la « maladie du hêtre » qui a ouvert brutalement et fortement les peuplements³⁴.

Une fois l'installation des semis acquise, l'ouverture du couvert devra impérativement continuer. En effet, les besoins en lumière des semis, gaulis et perches augmentent avec leur biomasse^{48, 27}. Parallèlement, des dépressages réguliers pour sauver progressivement les chênes de leurs concurrents sans les offrir au gibier sont un gage de succès². Les semis de hêtre préexistants seront particulièrement visés

car les chances de régénération du chêne en leur présence sont nulles¹³.

Perspectives de recherches

Les bases écophysiologiques de la régénération naturelle du chêne sont de mieux en mieux connues. Toutefois, la mise en œuvre de l'indispensable renouvellement du chêne dans le cadre de la hêtraie-chênaie ardennaise est encore délicate. Dans ces futaies plus ou moins irrégulières et mélangées d'Ardenne, comment faut-il gérer la structure et la composition des peuplements pour moduler la lumière en faveur du chêne, sans que le hêtre, souvent préexistant, ne prenne le dessus ? Ou encore que la végétation herbacée n'étouffe les semis ?

Bien que, par le biais de cette revue de la littérature, il soit possible de déterminer une orientation générale à la sylviculture des hêtraies-chênaies ardennaises, de plus amples investigations restent à fournir pour transformer cette orientation générale en scénarios sylvicoles. Notamment, trop peu d'études ont été réalisées *in situ* et en dehors de dispositifs expérimentaux contrôlés. La multitude et l'enchevêtrement des facteurs à prendre en compte requièrent en effet de confirmer et d'affiner les propos exposés.

Les différents dispositifs expérimentaux installés actuellement en hêtraie ardennaise dans le contexte de l'Accord-cadre de recherche et de vulgarisation

Figure 9 – Norme de surface terrière compatible avec la régénération en hêtraie-chênaie irrégulière, en fonction de la proportion d'essence de lumière dans le peuplement²⁸.

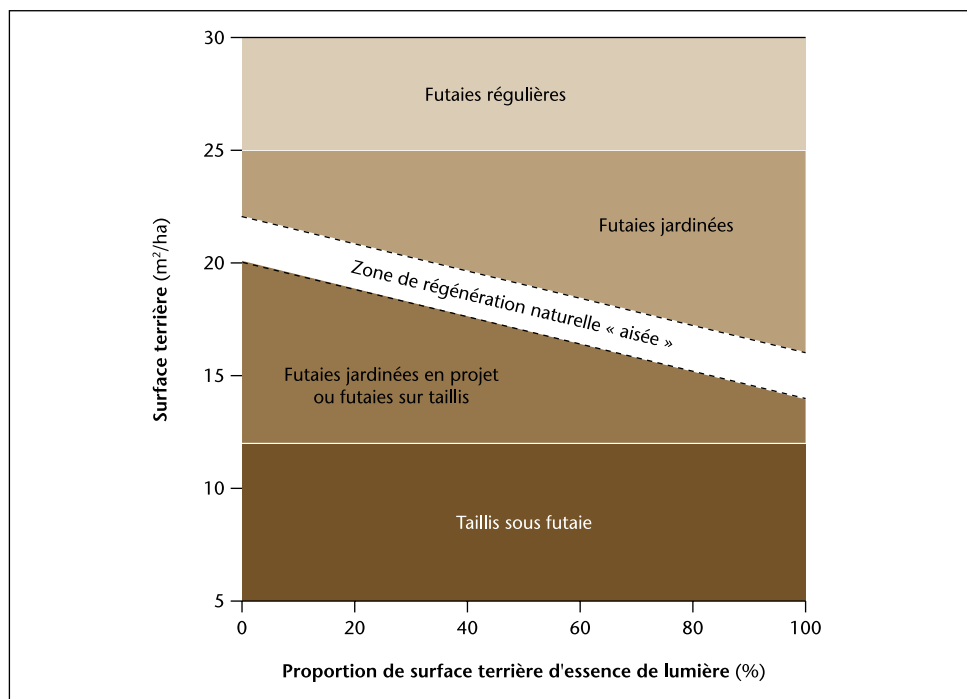


Illustration d'une des vingt-sept clôtures installées par Gembloux Agro-Bio Tech dans le but d'y étudier la régénération naturelle du chêne et du hêtre à l'abri du gibier.



forestières (GxABT, UCL) devraient nous permettre prochainement de mettre au point des techniques de régénération du chêne spécialement adaptées aux spécificités du contexte de la hêtraie-chênaie ardennaise. ■

BIBLIOGRAPHIE

- ¹ ABE S., MASAKI T., NAKASHIZUKA T. [1995]. Factors Influencing Sapling Composition in Canopy Gaps of a Temperate Deciduous Forest. *Vegetatio* **120** : 21-31.
- ² ANCEL P. [2008]. *La futaie irrégulière : guide pratique à destination des sylviculteurs de Lorraine, du Luxembourg et de la Région wallonne*. CRPF Lorraine-Alsace, SRFB, Groupement des sylviculteurs, 48 p.
- ³ Anonyme [2007]. *Peuplements mélangés : Atouts, modalités, perspectives*. Orientation sylvicole n° 7. ([www.cdaf.be/docs/web/pdf/B1b_orientations_sylvicoles/guide %20007_](http://www.cdaf.be/docs/web/pdf/B1b_orientations_sylvicoles/guide_%20007_peuplements_melanges.pdf)
- [peuplements_melanges.pdf](http://www.cdaf.be/docs/web/pdf/B1b_orientations_sylvicoles/guide %20007_peuplements_melanges.pdf), consultation 25/02/2009).
- ⁴ ARMAND G. [2000]. À l'Est, le hêtre est le feuillu le plus touché. *Forêt entreprise* **131**.
- ⁵ AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A. [2002]. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science* **59** : 233-253.
- ⁶ BAIX P., GODEAUX P., WEISSEN F., BOSERET J.-P., BRONCHART L., LEJEUNE M., MAQUET P., MARCHAL D., MARCHAL J.-L., MASSON C., ONCLINX F., SANDRON P., SCHMITZ L., LAMBERT D., MARNEFFE C., PIRET A. [1991]. *Le fichier écologique des essences, tome 2*. Ministère de la Région Wallonne, Namur, 190 p.
- ⁷ BARTHOD C. [1994]. Sylviculture et risques sanitaires dans les forêts tempérées. 1^{ère} partie. *Revue Forestière Française* **46** : 609-628.
- ⁸ BARTOLI M., TRAN-HA M., LARGIER G., DUMÉ G., LARRIEU L. [2000]. Ecoflore, un logiciel simple de diagnostic écologique. *Revue Forestière Française* **56** : 530-547.

- ⁹ BARY-LENGER, A., NEBOUT J.-P. [2004]. *Culture des chênaies irrégulières dans les forêts et les parcs*. Éd. du Perron, Liège, 356 p.
- ¹⁰ BAUDRY O., PONETTE Q. [2010]. *Réactivité de la régénération à la fermeture du couvert en futaie irrégulière feuillue*. Rapport Accord-cadre de recherche et de vulgarisation forestières 2009-2014, Louvain-La-Neuve.
- ¹¹ BOCK J., VINKLER I., DUPLAT P., RENAUD J.-P., BADEAU V., DUPOUEY J.-L. [2005]. Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999. *Revue Forestière Française* **57** : 143-155.
- ¹² BONTEMPS J., HERVE J., DHÔTE, J. [2009]. Long-term changes in forest productivity : a consistent assessment in even-aged stands. *Forest Science* **55** : 549-564.
- ¹³ BOUDRU M. [1986]. *Forêt et Sylviculture. Sylviculture appliquée*. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 244 p.
- ¹⁴ BRANQUART É., LIÉGEOIS S. [2005]. *Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. Complément à la circulaire n° 2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier*. Ministère de la Région wallonne, Jambes, 84 p.
- ¹⁵ BRANQUART É., DE KEERSMAEKER L. [2010]. Effet du mélange d'essences sur la biodiversité forestière. *Forêt Wallonne* **106** : 17-26.
- ¹⁶ BRÉDA N., COCHARD H., DREYER E., GRANIER A. [1993]. Field Comparison of transpiration, stomatal conductance and vulnerability to cavitation of *Quercus petraea* and *Quercus robur* under Water-Stress. *Annales des Sciences Forestières* **50** : 571-582.
- ¹⁷ BRÉDA N., HUC R., GRANIER A., DREYER E. [2006]. Temperate forest trees and stands under severe drought : a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annales des Sciences Forestières* **63** : 625-644.
- ¹⁸ BRUCIAMACCHIE M., DE TURCKHEIM B. [2005]. *La futaie irrégulière : théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature*. Éd. Edisud, Aix-en-Provence, 286 p.
- ¹⁹ BRUCIAMACCHIE M., GRANDJEAN G., JACOBÉE, F. [1994]. Installation de régénérations feuillues dans de petites trouées en peuplements irréguliers. *Revue Forestière Française* **46** : 639-653.
- ²⁰ BUTTNER V., LEUSCHNER C. [1994]. Spatial and temporal patterns of fine-root abundance in a mixed oak beech forest. *Forest Ecology and Management* **70** : 11-21.
- ²¹ CARNOL M., VERHEYEN K. [2010]. Les services écosystémiques dans les forêts mélangées et pures : perception des utilisateurs et connaissances scientifiques. *Forêt Wallonne* **106** : 49-59.
- ²² CHOLLET F. [1997]. La régénération naturelle du hêtre. *Bulletin technique de l'ONF* **32** : 15-25.
- ²³ CLAESSENS H., PERIN J., LATTE N., LECOMTE H., BROSTAUX Y. [2010]. Une chênaie n'est pas l'autre : analyse du contexte sylvicole du chêne en forêt wallonne. *Forêt Wallonne* **108** : 3-18.
- ²⁴ DEGEN T., DEVILLEZ F., JACQUEMART A.-L. [2006]. Influence des trouées sur la diversité végétale en hêtraie. Cas d'une hêtraie dans les Vosges du Nord. *Forêt Wallonne* **81** : 8-14.
- ²⁵ DELVINGT W., LEMOINE N., QUIVY V., VANDER ELST X. [1995]. *Étude de la régénération des peuplements de hêtre*. Rapport final, FUSAGx, Gembloux.
- ²⁶ DELVINGT W., LEMOINE N., QUIVY V., VANDER ELST, X. [1996]. *La régénération naturelle assistée du hêtre : du peuplement adulte au fourré*. FUSAGx, Unité de Sylviculture, FUSAGx.
- ²⁷ DREYER E., COLLET C., MONTPIED P., SINOQUET H. [2005]. Caractérisation de la tolérance à l'ombrage des jeunes semis de hêtre et comparaison avec les essences associées. *Revue Forestière Française* **57** : 175-188.
- ²⁸ FAGNERAY A. [1995]. *La gestion forestière du cantonnement de Florenville*. Note interne, DNE, Cantonnement de Florenville.

- ²⁹ GALOUX A. [1952]. Les grands problèmes de sylviculture en Belgique. *Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique* 59 : 90-113.
- ³⁰ GOSSELIN M., LAROUSSINIE O. [2004]. *Biodiversité et gestion forestière, connaître pour préserver : synthèse bibliographique*. Éd. Cemagref.
- ³¹ GRÉGOIRE J.-C. [2010]. Résistance et résilience des peuplements mélangés vis-à-vis des stress (a)biotiques. *Forêt Wallonne* 106 : 43-48.
- ³² GRUSELLE M.-C. [2002]. *Étude des potentialités de production de chêne de qualité en Ardenne belge*. Mémoire de fin d'étude, FUSAGx.
- ³³ HARMER R. [2001]. The effect of plant competition and simulated summer browsing by deer on tree regeneration. *Journal of Applied Ecology* 38 : 1094-1103.
- ³⁴ HUART O., ORFINGER C., CLAESSENS H., LEJEUNE, P. [2005]. *Guide sylvicole pour la restauration des hêtraies perturbées par la maladie du hêtre*. FUSAGx, Gembloux.
- ³⁵ IPCC [2007]. *Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment*. In : PACHAURI R. K., REISINGER A. (eds.) *Climate Change 2007 : Synthesis Report*. IPCC, Geneva.
- ³⁶ JACTEL H., BROCKERHOFF E., DUELLI P. [2005]. A test of the biodiversity-stability theory : meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. *Forest diversity and function : temperate and boreal systems* 176 : 235-262.
- ³⁷ JONARD M., ANDRÉ F., PONETTE Q. [2005]. Accumulation de litière foliaire en peuplements purs et mélangés de chêne sessile et de hêtre. *Forêt Wallonne* 78 : 12-20.
- ³⁸ KUITERS A. T., SLIM P. A. [2002]. Regeneration of mixed deciduous forest in a Dutch forest-heathland, following a reduction of ungulate densities. *Biological Conservation* 105 : 65-74.
- ³⁹ LAURENT C., PERRIN D., BEMELMANS D., CARNOL M., CLAESSENS H., DE CANNIÈRE C., FRANÇOIS L., GERARD É., GRÉGOIRE J.-C., HERMAN M. [2009]. *Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes. Recommandations aux décideurs et aux propriétaires et gestionnaires*. Rapport de recherche externe, Ministère de l'Agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme.
- ⁴⁰ LECOMTE H., FLORKIN P., MORIMONT J.-P., THIRION M. [2003]. *La forêt wallonne, état de la ressource à la fin du 20^e siècle*. Ministère de la Région Wallonne, Jambes.
- ⁴¹ LEHAIRE F., MONTICELLI D., PAQUET J., DELAHAYE L., CLAESSENS H., RONDEUX J. [2009]. Étude des habitats utilisés par le Pic mar (*Dendrocopos medius*) en Région wallonne à partir de l'inventaire permanent des ressources forestières. *Aves* 46 : 149-163.
- ⁴² LEMAIRE J. [2001]. Chênaies wallonnes. État des lieux après un siècle de conversion et perspectives sylvicoles. *Forêt Wallonne* 53 : 20-30.
- ⁴³ LEMAIRE J. [2010]. *Le chêne autrement : Produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière*. Éd. IDF, 176 p.
- ⁴⁴ LEMÉE G. [1985]. Rôle des arbres intolérants à l'ombrage dans la dynamique d'une hêtraie naturelle (forêt de Fontainebleau). *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum* 6 : 3-20.
- ⁴⁵ LICOPPE A. [2005]. Réflexion sur le rôle du cerf dans des programmes de conservation de la nature. *Forêt Wallonne* 74 : 32-37.
- ⁴⁶ LUCOT E., BRUCKERT S. [1992]. Organisation du système racinaire du chêne pédonculé (*Quercus robur*) développé en conditions édaphiques non contraignantes (sol brun lessivé colluvial). *Annales des Sciences Forestières* 49(5) : 465-479.
- ⁴⁷ MENZEL A., SPARKS T., ESTRELLA N., KOCH E., AASA A., AHAS R., ALM-KÜBLER K., BISSOLLI P., BRASLAVSKÁ O., BRIEDE A. [2006]. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12 : 1969-1976.
- ⁴⁸ MESSIER C., DOUCET R., RUEL J.-C., CLAVEAU Y., KELLY, C., LECHOWICZ M. J. [1999]. Functional ecology of advance regeneration in

- relation to light in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research* **29** : 812-823.
- ⁴⁹ MOLDER A., BERNHARDT-ROMERMANN M., SCHMIDT W. [2008]. Herb-layer diversity in deciduous forests : raised by tree richness or beaten by beech ? *Forest Ecology and Management* **256** : 272-281.
- ⁵⁰ NINGRE F. [1998]. Évolution du mélange chêne sessile et hêtre ; plus d'un siècle d'expériences. *Bulletin de la Société Forestière de Franche Comté* **4** : 213-219.
- ⁵¹ ORFINGER C., HUART O., CLAESSENS H., LEJEUNE P., RONDEUX J. [2005]. *Guide sylvicole pour la restauration des hêtraies perturbées par la maladie du hêtre*. FUSAGx, Gembloux.
- ⁵² PLAK S. [1987]. *Recherche de relations entre la qualité du bois de chêne et les paramètres de ses stations d'origine*. Mémoire de fin d'étude, FUSAGx, 86p.
- ⁵³ PONETTE Q. [2010]. Effet de la diversité des essences forestières sur la décomposition des litières et le cycle des éléments. *Forêt Wallonne* **106** : 33-42.
- ⁵⁴ POSKIN A. [1934]. *Le chêne pédonculé et le chêne rouvre. Leur culture en Belgique*. Éd. Duculot, Gembloux, 283 p.
- ⁵⁵ RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE C., DRAPIER N. [2000]. *Gestion forestière et diversité biologique : identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire : Wallonie, Grand-Duché de Luxembourg*. ENGREF, ONE, IDF, Nancy.
- ⁵⁶ RAMEAU J.-C., MANSION, D., DUMÉ G. [1989]. *Flore forestière française : guide écologique illustré. Vol. 1, Plaines et collines*. Éd. IDF, Paris, 1 785 p.
- ⁵⁷ RATCLIFFE P. R. [1997]. Woodland deer management : integrating the control of their impact with multiple objective forest management in Scotland. In : C.R. Goldspink S. K. R. J. P. (ed.) *Population ecology, management and welfare of deer*. The Manchester Metropolitan University, UK.
- ⁵⁸ RONDEUX J., LECOMTE H. [2010]. *L'inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie (IPRFW) : guide méthodologique*. Service public de Wallonie, Namur, 163 p.
- ⁵⁹ SAINT-ANDRIEU C. [1994]. Dégâts forestiers et grand gibier. 1. Reconnaissance et conséquences. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* **194** : 1-7.
- ⁶⁰ SARDIN T. [2008]. *Chênaies continentales*. Éd. Office National des Forêts, Coll. Guide des sylvicultures, Paris, , 455 p.
- ⁶¹ SCHÜTZ J.-P. [1997]. *Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 178 p.
- ⁶² VON LUPKE B. [1998]. Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management* **106** : 19-26.

Cet article a été rédigé dans le cadre d'une recherche en cours, financée principalement par le DNF au sein de l'Accord-cadre de recherche et de vulgarisation forestières, par le FRS-FNRS au travers du mandat d'aspirant de G. Ligoit, et avec l'appui du suivi scientifique de l'Inventaire permanent des ressources forestières (IPRFW). Nous remercions vivement l'équipe de l'IPRFW qui a apporté une contribution significative à cet article grâce à son expertise pour la sélection et l'analyse des données.

MATTHIEU ALDERWEIRELD

GAUTHIER LIGOT

NICOLAS LATTE

HUGUES CLAESSENS

hugues.claessens@ulg.ac.be

Unité de Gestion des Ressources
forestières et des Milieux naturels,
Université de Liège,
Gembloux Agro-Bio Tech
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux