



Arbre-objectif désigné et détourné en phase de grossissement (forêt du Nouvion en Thiérache).

Intégrer le tilleul à petites feuilles dans la sylviculture : une opportunité à saisir pour nos forêts futures

Hugues Claessens | Tanguy de Jaegere | Philippe Taverniers | Marie-Pierre Tasseroul | Nicolas Latte
Forest 15 Life, ULiège, Gembloux Agro-Bio Tech

Longtemps ignoré par les forestiers, le tilleul à petites feuilles présente pourtant nombre d'atouts qui pourraient lui donner une place de choix dans les forêts futures. Tour d'horizon de ses qualités, faiblesses et opportunités, et proposition de scénario sylvicole !



L'affaiblissement du hêtre et de l'épicéa suite aux sécheresses et canicules intenses et récurrentes, l'émergence brutale de maladies et parasites comme la chalarose du frêne ou le *Contarinia* du douglas, ou encore, la mondialisation incontrôlable du marché du bois, sont autant de manifestations des changements globaux qui affectent l'environnement des arbres et la filière bois, et plongent les forestiers dans une profonde incertitude. La remise en question des habitudes est devenue indispensable et la recherche de nouvelles solutions bat son plein. Parmi ces solutions, diversifier et structurer les peuplements pour augmenter leur résilience est une recommandation de base qui fait l'unanimité depuis longtemps au niveau européen⁴.

À cet égard, la composition de la forêt wallonne n'est pas optimale. Les pratiques sylvicoles anciennes ont favorisé un petit nombre d'essences : l'épicéa, les chênes et le hêtre constituent désormais la grande majorité de la ressource, souvent en peuplement pur, autour desquels un important secteur économique s'est développé, renforçant encore leur dominance. Ces essences sont bien connues et leur sylviculture est plus ou moins normalisée, mais leurs faiblesses, notamment face aux changements climatiques, remettent sérieusement en question la pérennité de ce système si bien rôdé.

Parallèlement, d'autres essences indigènes, comme les érables, les bouleaux, l'aulne glutineux, le charme, les *Sorbus*, les tilleuls, etc., plus disséminés et peu recherchés par le marché du bois, ont été jugés de moindre intérêt. Pourchassés par le marteau du forestier pour privilégier les grandes essences commerciales, elles sont devenues rares. Pourtant, certaines d'entre elles ont un grand potentiel en matière de sylviculture et de valorisation économique.

Dans ce contexte d'indispensable diversification, le tilleul à petites feuilles semble posséder de sérieux

atouts écologiques et sylvicoles. En particulier, abondant sous le climat continental à été chaud, il semble a priori bien adapté à supporter les nombreux étés caniculaires à venir. Les pollens nous ont d'ailleurs montré que le tilleul dominait l'Europe centrale presque sans partage il y a 8 200 à 5 300 ans, pendant la période chaude de l'holocène, durant laquelle la température moyenne était 3 °C plus chaude qu'actuellement et ressemble à ce qui nous attend pour la fin du siècle. Nous l'avons donc étudié sous les différents aspects de sa biologie, de son comportement face aux aléas climatiques, de ses rôles dans l'écosystème et de son apport en matière de sylviculture et de marché du bois, pour en déduire son intérêt en forêt wallonne et établir les fondements de la sylviculture qui lui serait adaptée.

Autécologie du tilleul à petites feuilles

Besoins en chaleur

Le tilleul à petites feuilles est une essence plutôt thermophile. Il a besoin d'une saison de végétation chaude (plus de 15 °C de température moyenne d'avril à septembre) pour exprimer son potentiel de production et produire des graines fertiles. Les températures caniculaires ne sont pas problématiques si l'approvisionnement en eau est satisfait. La température maximale critique est estimée à 44 °C.

Le tilleul est aussi très tolérant au froid, jusqu'à un minimum critique de -45 à -48 °C. Les gelées tardives ne posent normalement pas de problème, vu le débourrement tardif (en général, vers la mi-avril, dépendant de l'accumulation de températures, avec une feuillaison une semaine plus tard), de même que les gelées hâtives car l'aoûtement est généralement achevé.

Ce sont typiquement les caractéristiques d'une essence continentale. Ainsi, en Wallonie, sous l'in-

RÉSUMÉ

Face aux incertitudes qui pèsent sur la forêt, le tilleul à petites feuilles possède de nombreux atouts qui n'attendent qu'à être valorisés par la gestion forestière. Par sa biologie, il est particulièrement bien adapté aux conditions plus chaudes et sèches que nous prévoient les modèles climatiques. En effet, l'étude dendroécologique que nous avons menée a démontré à quel point cette essence a supporté sans dommage les sécheresses et canicules de ces dernières décennies, alors que les principales essences de production de la forêt wallonne y ont été plus

sensibles. Par ailleurs, les nombreux services qu'il fournit à l'écosystème et au sylviculteur ne peuvent qu'augmenter la résilience de la forêt. Partant de ces constatations, nous avons établi un scénario sylvicole adapté aux caractéristiques biologiques du tilleul à petites feuilles et à son caractère disséminé dans les peuplements. Il est fondé sur des plantations d'enrichissement au sein de peuplements existants et sur la technique des arbres-objectifs, parfaitement adaptée à la production de grumes de menuiserie en peuplements mélangés.



La famille des tilleuls

En forêt wallonne, il existe deux espèces indigènes de tilleul : le tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) et le tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*). La distinction entre les deux espèces n'est pas si simple hors feuilles (la ramure du *T. cordata* est plus fine) ou quand on n'a sous la main que des jeunes pousses vigoureuses, des rejets de souche ou des gourmands qui produisent des feuilles atypiques.

Les deux espèces peuvent s'hybrider et donner naissance à un individu de *Tilia x vulgaris*, difficile à distinguer des deux parents en raison de ses caractères intermédiaires. Il est rare en forêt car les floraisons des parents ne sont généralement pas synchrones. Par contre, il est fréquent en ville, dans les parcs et jardins ou le long des routes, où il a été largement planté après multiplication artificielle.

Une troisième espèce originaire d'Europe du Sud-Est (Balkans, Roumanie, Hongrie), le tilleul argenté (*Tilia tomentosa*), est aussi largement plantée en ornement. Elle peut s'hybrider avec *T. cordata* pour produire *Tilia x juraryana*.

fluence atlantique, le tilleul n'exprime pas tout son potentiel, en particulier sur le plateau ardennais où la température est trop faible en saison de végétation.

Besoins en eau

Le tilleul à petites feuilles est une espèce mésophile tolérante à la sécheresse. Ce comportement s'explique par différentes adaptations physiologiques :

- Une limitation des pertes d'eau grâce à la sensibilité élevée de ses stomates*.
- Une forte résistance de ses racines fines à l'embolie**.
- Un enracinement très puissant et développé, y compris dans les fissures de la roche-mère, qui donne accès à une réserve en eau importante.
- Une association avec des mycorhizes, qui permet une meilleure absorption d'eau dans des sols quasi secs.

Toutefois, si la sécheresse temporaire ne menace pas la survie du tilleul, elle affecte quand-même sa croissance. Elle peut aussi compromettre la germination des graines qui exige au moins une humidité de 15 % dans la litière. Ainsi, le tilleul est plus abondant dans les sols frais.

À l'opposé, le tilleul tolère aussi l'engorgement temporaire du sol et les courtes périodes d'inondation, à la manière du frêne, et mieux que le hêtre ou l'érable sycomore.

Besoins en éléments nutritifs

Le tilleul à petites feuilles croît sur une large gamme de richesse minérale du sol, allant des sols carbonatés (pH = 8) jusqu'à des sols très acides (pH = 4). Toutefois, sa croissance optimale se situe dans les sols mésotrophes à calcaires.

Distribution naturelle du tilleul à petites feuilles

En conséquence de ses besoins en chaleur et en eau, la distribution du tilleul à petites feuilles est limitée au Nord par le manque de chaleur (vers l'isotherme de 19 °C de température maximale moyenne de juillet) qui empêche la production de graines, à l'Est, par les faibles précipitations, et au Sud, par l'humidité de l'air trop faible et les sols trop secs de la région méditerranéenne (figure 3). Il peut toutefois s'y maintenir à la faveur de microclimats favorables dans les zones montagneuses ou les topographies ombragées.

À l'intérieur de son aire de distribution, le tilleul n'est présent que dans 5 % des forêts mais son abondance locale varie fortement au sein de l'Europe en fonction de trois facteurs : la station, la compétition et la gestion forestière.

Plus le climat est continental, plus le tilleul est abondant car le climat lui convient bien, avec une saison de végétation chaude et assez humide, tandis que le hêtre, préférant les climats plus frais, y est moins compétitif, voire absent. À l'inverse, dans la zone atlantique, le tilleul est très rare, victime à la fois de sa difficulté à produire des graines fertiles et d'une gestion forestière très intensive à l'avantage des grandes essences commerciales. En conséquence, le tilleul y est plus fréquent dans les stations marginales (sols hydromorphes, versants xéro-thermiques, sols superficiels, etc.) où la pression de gestion forestière et la compétition avec les autres essences sont moindres. Sa capacité à rejeter vigoureusement de souche lui a aussi permis de subsister dans le taillis envers et contre tout.

* Au niveau de la feuille, petits orifices à ouverture variable permettant la régulation des échanges gazeux (eau, CO₂, O₂, etc.) avec l'atmosphère. Par forte chaleur, leur fermeture limite la perte d'eau par transpiration.

** Cavitation (bulle) dans les vaisseaux, due à une très forte pression de succion imposée par une trop forte transpiration au niveau des feuilles lors des canicules, a fortiori si le sol est sec. La circulation de la sève n'est plus possible dans les vaisseaux atteints, empêchant l'alimentation en eau des feuilles.

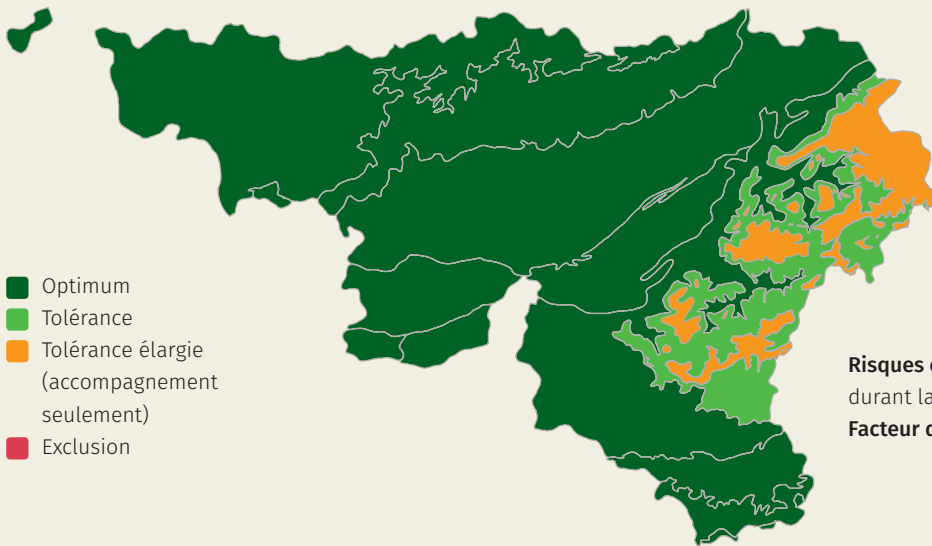


Figure 1. Niveau d'aptitude du tilleul à petites feuilles selon les régions bioclimatiques de Wallonie⁵.

- Optimum
- Tolérance
- Tolérance élargie (accompagnement seulement)
- Exclusion

Risques ou limitations : température trop faible durant la saison de végétation.
Facteur de compensation : secteur chaud.

Figure 2. Écogramme du tilleul à petites feuilles⁵.

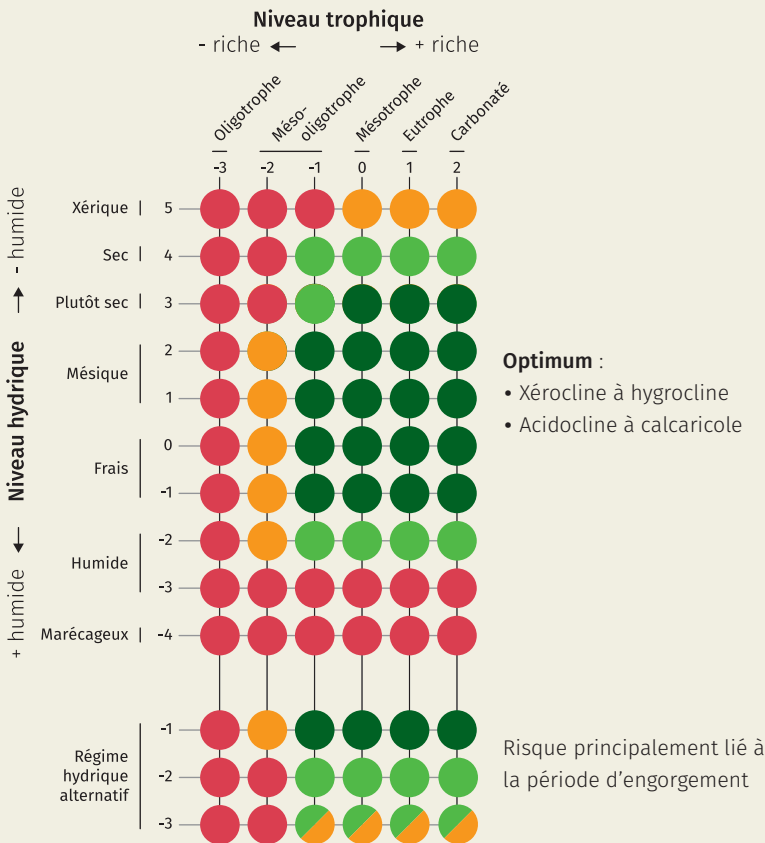


Figure 3. Aire naturelle du tilleul à petites feuilles. La zone plus claire indique les régions où l'essence est très disséminée⁵.

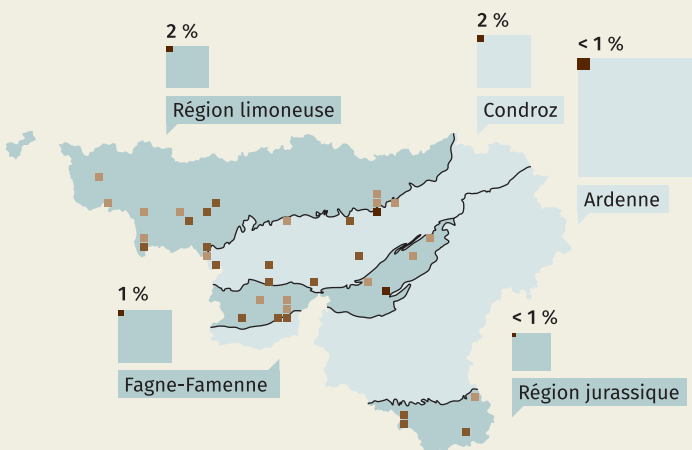
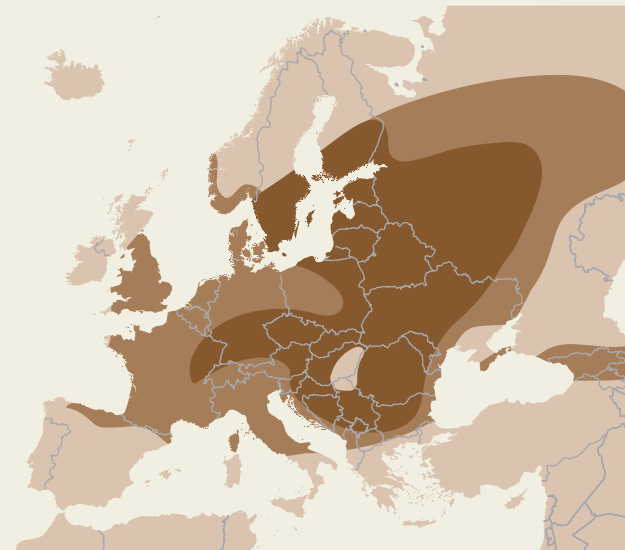


Figure 4. Distribution du tilleul à petites feuilles au sein des régions forestières de Wallonie, d'après l'inventaire forestier de Wallonie (IPRFW). Les valeurs indiquent la proportion de forêts avec présence de tilleul ; les petits carrés bruns indiquent la présence du tilleul et l'intensité du brun indique sa pureté dans le peuplement (à l'échelle de la placette d'inventaire de 10 ares).

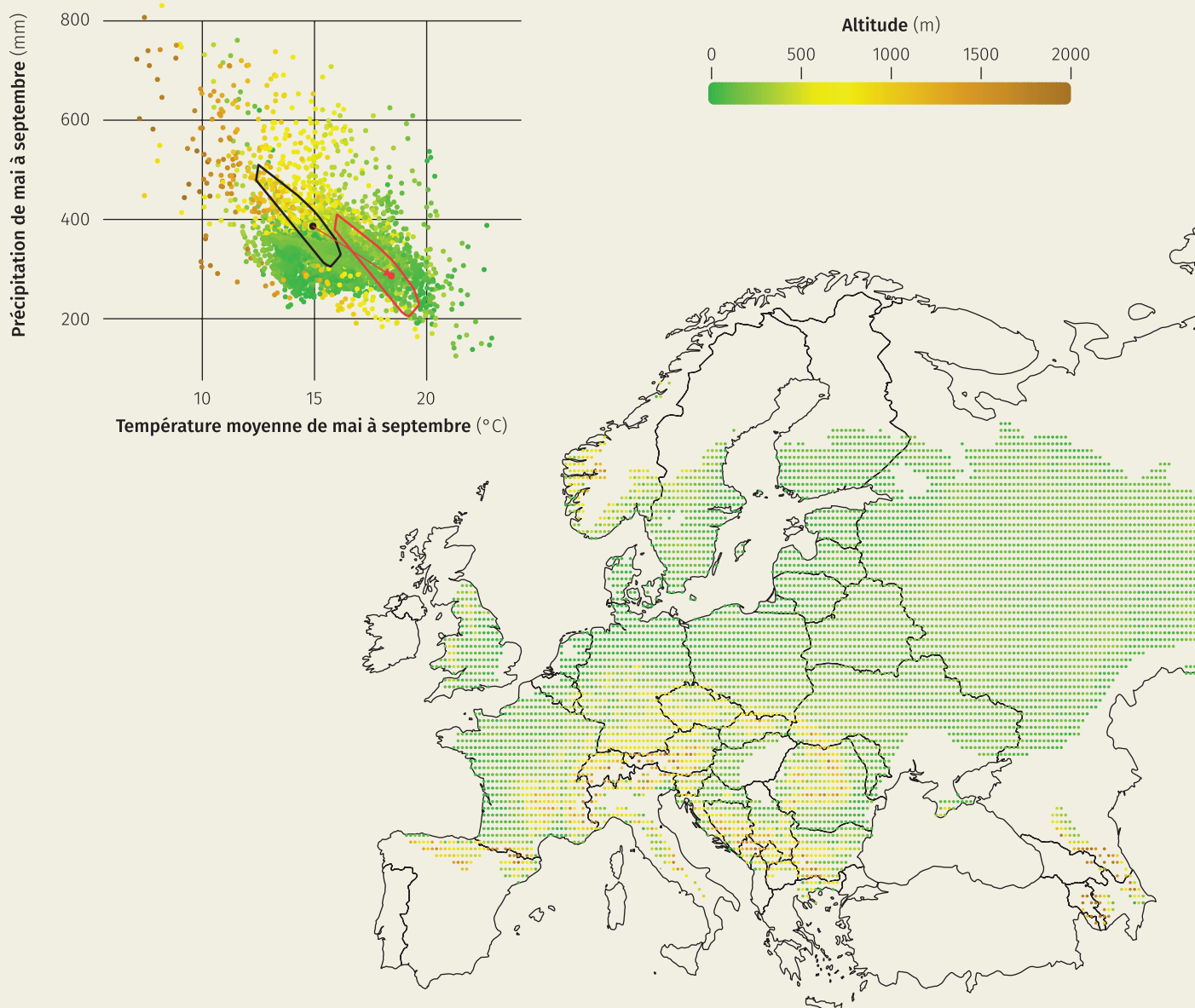
- Présence faible
- Présence moyenne
- Présence forte
- Pourcentage de placettes où l'essence est présente au sein de la région naturelle
- Superficie forestière de la région naturelle

Au niveau plus local, comme le montre son éco-gramme (figure 2), la distribution stationnelle du tilleul répond aux limites autécologiques de l'espèce en matière d'alimentation en eau et en nutriments. On voit qu'il y possède une assez grande amplitude écologique, même si son optimum est centré sur les conditions plus moyennes et plutôt riches. Sa distribution régionale en Wallonie, centrée sur les régions plus douces et plus fertiles, confirme ces tendances (figure 4).

Le tilleul face aux changements climatiques

La biologie du tilleul laisse présager une bonne capacité d'adaptation au climat futur de la Wallonie. Au vu de ses besoins en chaleur et de son utilisation efficace de l'eau, il devrait pouvoir supporter, mieux que les autres essences, l'augmentation des températures et la fréquence des canicules qui sont prévues au cours de ce siècle par les modèles climatiques. Et en effet, le climat de la Wallonie s'insère bien dans le climatogramme du tilleul (établi à partir des stations de son aire de répartition, à gauche dans la figure 5),

Figure 5. À droite : aire de distribution du tilleul à petites feuilles (selon EUFORGEN). À gauche : climatogramme du tilleul déduit de cette aire de distribution (source des données climatiques : Wordclim) avec sa position actuelle (polygone noir) et à la fin du siècle (polygone rouge) en Wallonie (modèle climatique : IPCC, 2014, moyenne des principaux modèles et scénarios). Pour les deux graphiques, la couleur des points symbolise l'altitude.



qu'il s'agisse du climat actuel (en noir, à droite sur la figure 5) ou du climat prévu à la fin du siècle (en rouge).

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons entrepris une étude dendroécologique. Sur neuf sites représentant la variabilité des stations du tilleul en Wallonie, nous avons prélevé des carottes ou des rondelles de bois dans une douzaine d'arbres (soit au total 108 arbres) pour y mesurer les largeurs de cerne qu'ils ont produit au cours de leur vie (de 54 à 91 ans

selon les sites) et les mettre en relation avec le climat qu'ils ont connu. Pour cela, nous nous sommes basés sur quatre indices :

- La largeur de cerne : elle est une estimation de la croissance annuelle en grosseur.
- L'indice de cerne : c'est le rapport entre la largeur de cerne et la courbe moyenne calculée sur une période de 10 ans (fenêtre mobile). Une valeur de 1 indique un cerne moyen ; une valeur inférieure à 1, un cerne plus fin que la normale, et une valeur supérieure à 1, un cerne plus large que la normale.

Figure 6. Évolution de la largeur de cerne du tilleul depuis la moitié du 20^e siècle (120 arbres de 9 sites). En haut : valeurs annuelles et tendance sur le long terme. En bas : indice de cerne (en clair, valeurs de chacun des sites et en foncé, valeur moyenne à l'échelle de la région, soit pour les 120 arbres).

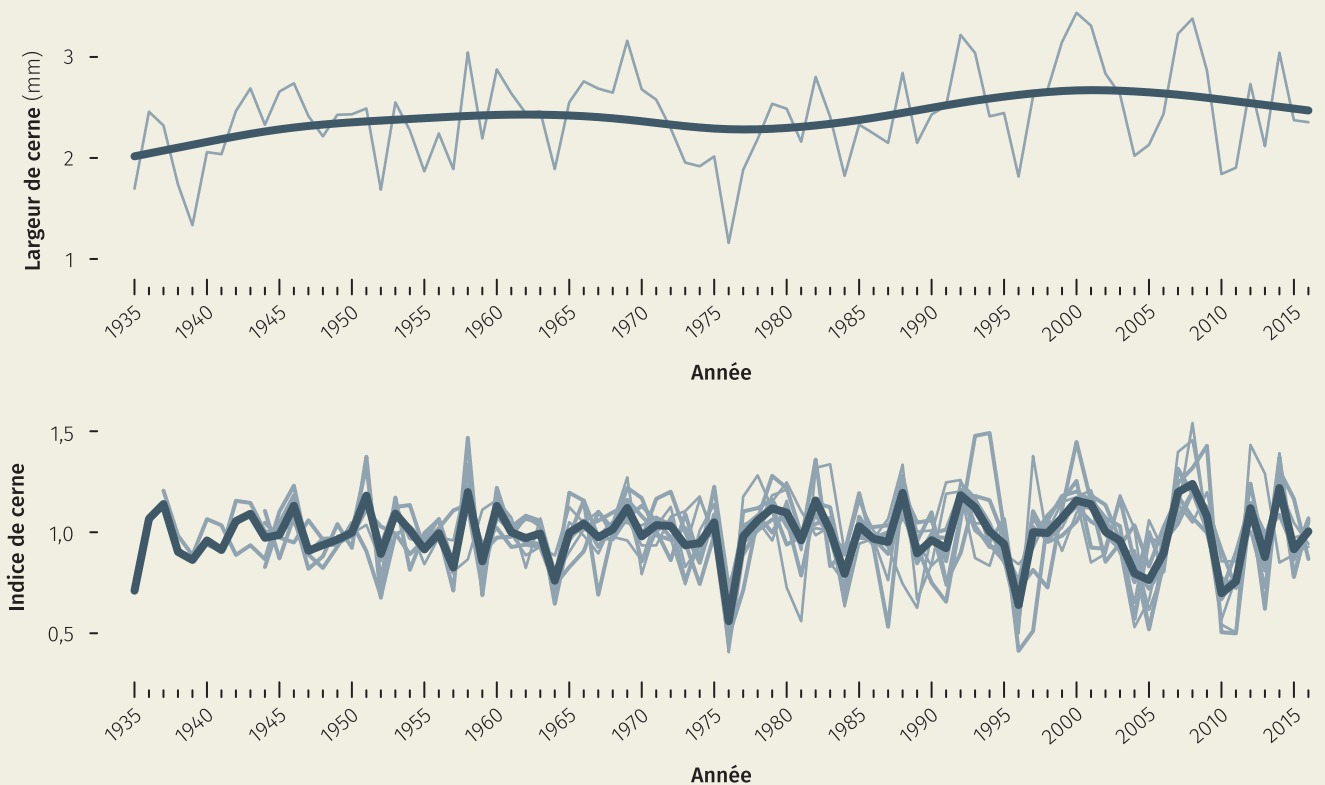
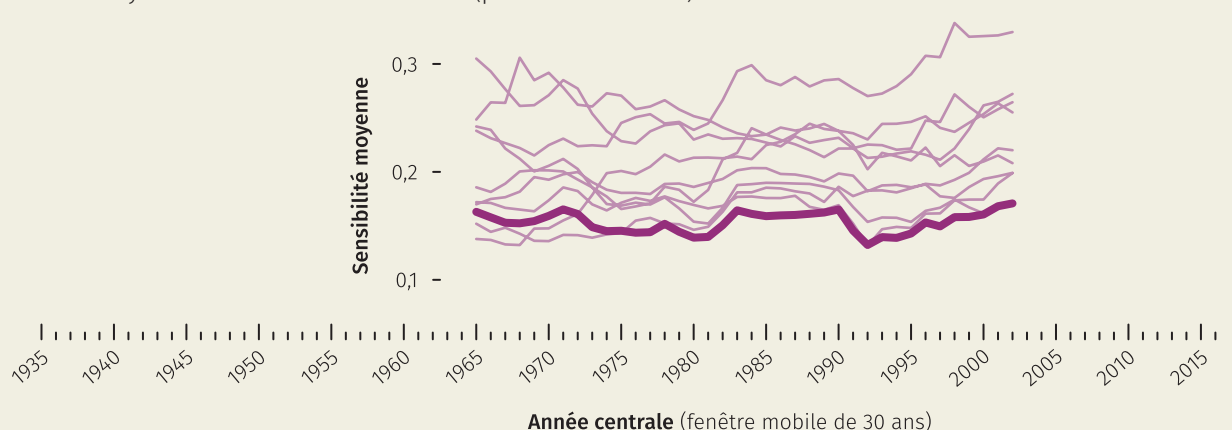


Figure 7. Évolution de la sensibilité moyenne du tilleul au cours du temps depuis 1965. Valeur pour chaque peuplement; en gras : sensibilité moyenne à l'échelle de la Wallonie (pour les 109 arbres)



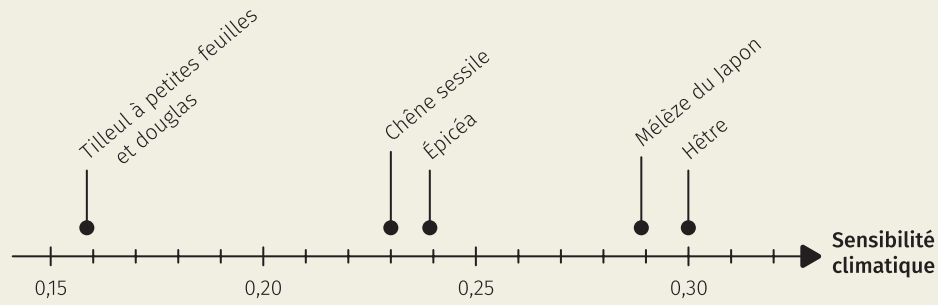


Figure 8. Valeurs de sensibilité climatique pour les principales essences de production en Wallonie (attention, excepté pour le hêtre, il s'agit d'études locales basées sur quelques stations)^{7, 8, 10}.

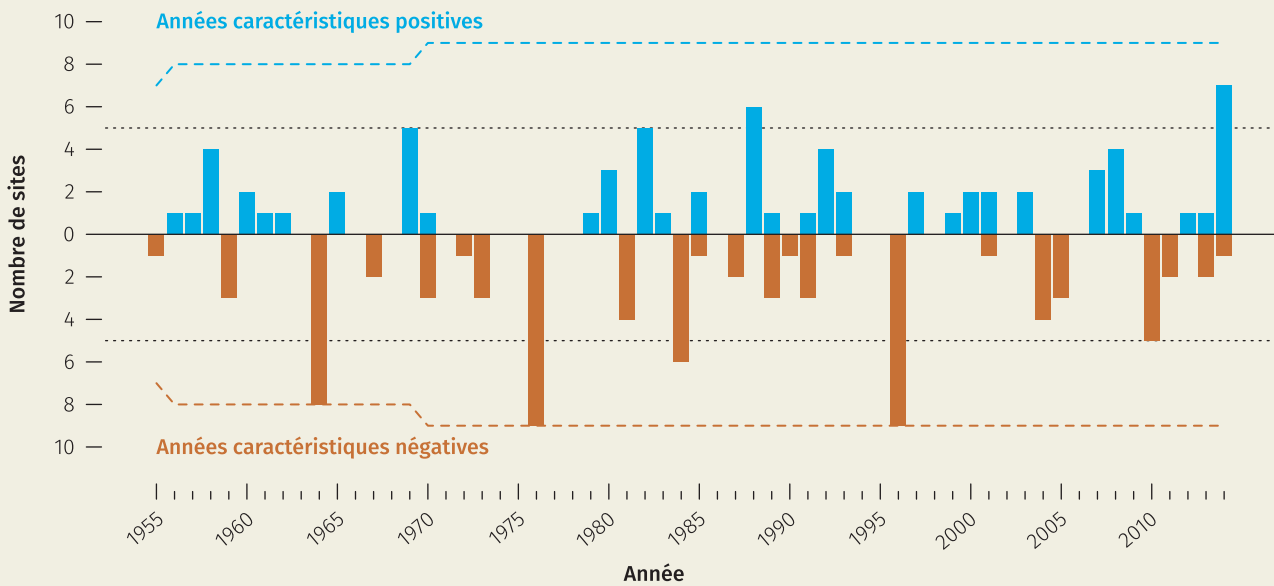
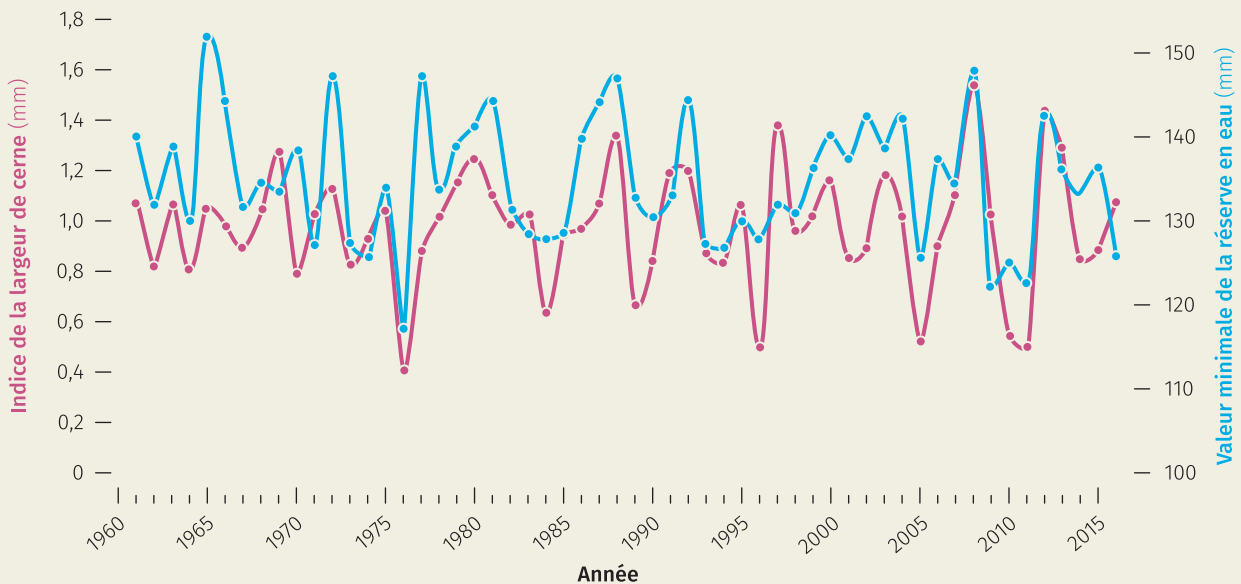


Figure 9. Évolution du nombre de sites avec années caractéristiques. À l'échelle d'un site, une année est dite « caractéristique » lorsque l'accroissement d'une majorité de tilleuls est nettement supérieur (« positive ») ou inférieur (« négative ») à la moyenne (les lignes pointillées représentent le nombre de sites disponibles pour l'analyse).

Figure 10. Mise en relation de l'indice de cerne (en rose) avec la valeur minimale atteinte par la réserve en eau disponible (en bleu)³.



Cet indice permet d'analyser les variations annuelles de la croissance essentiellement liées aux conditions climatiques.

- La sensibilité climatique : c'est la variabilité interannuelle de l'indice de cerne calculée dans une fenêtre mobile de 30 ans.
- Les années caractéristiques : ce sont les années pour lesquelles la largeur de cerne de la majorité des arbres est fortement supérieure (« année caractéristique positive ») ou inférieure (« année caractéristique négative ») à la moyenne. Elles mettent en évidence des années où des conditions de croissance ont été exceptionnelles, le plus souvent en raison du climat, mais parfois aussi, comme dans le cas du chêne, d'événements comme des défoliations par les chenilles ou de très fortes fructifications.

Les résultats de l'analyse dendroécologique ont été à la hauteur des prévisions. Si la croissance du tilleul, exprimée par la largeur de cerne, varie annuellement au gré des années climatiques, à long terme, elle reste stable et paraît même en augmentation (figure 6, en haut). La sensibilité du tilleul au climat, exprimée par la variabilité interannuelle de l'indice de cerne (figure 6 en bas), reste faible (figure 7), à un niveau nettement inférieur à celles de nos principales essences de production (figure 8). Malgré une légère tendance que l'on pourrait détecter visuellement lors des vingt dernières années, cette sensibilité n'augmente pas significativement alors que les changements climatiques se manifestent par des événements extrêmes depuis trois décennies (figure 7).

Sur les six dernières décennies, on a observé cinq années qui ont fortement affecté la largeur de cerne de la majorité des tilleuls (figure 9, années caractéristiques négatives). Il s'agit des années 1964, 1976 et 2010, au cours desquelles on a relevé une combinaison de canicules avec de très faibles pluviosités pendant la période de végétation, 1996 qui correspond à une année entière de très faibles précipitations (de août 1995 à septembre 1996) et 1984, dont toute la saison de végétation a été exceptionnellement froide. Cependant, malgré ces fortes chutes d'accroissement, celui-ci se restaure à un niveau normal dès l'année suivante, signifiant que le tilleul n'a pas subi de dégâts irréversibles suite à ces stress climatiques.

À l'inverse, on observe aussi quatre années favorables durant lesquelles l'accroissement a été nettement supérieur à la moyenne pour la majorité des arbres : 1969, 1982, 1988 et 2014 (figure 9, années caractéristiques positives). Toutes se caractérisent par des températures et des pluviosités simultanément supérieures à la moyenne durant la saison de végétation. Cela correspond bien au climat typiquement continental de l'aire principale de distribution du tilleul à petites feuilles.

Les variables climatiques qui influencent le plus la croissance du tilleul sont les suivantes, par ordre d'influence décroissant :

- La pluviosité en saison de végétation (mars à juillet), qui a un effet positif ($r = +0,46$).
- La moyenne des températures maximales du mois de mai, lorsque le tilleul est en pleine croissance alors que les journées ne sont pas encore trop chaudes ($r = +0,30$).
- La moyenne des températures maximales de juin-juillet, soit dans la période des canicules, qui a un effet très légèrement négatif ($r = -0,23$), à peine significatif au niveau statistique.

Au niveau des sites, on remarque que les plus secs (sols superficiels, situation de perte d'eau) sont ceux où la corrélation avec les précipitations et les températures de l'été (canicules) est la plus élevée. En effet, dans ces sites, les réserves d'eau du sol ne suffisent pas à compenser le déficit de pluviosité ou à compenser la transpiration excessive liées aux canicules. Sur deux de ces sites, une analyse fine de la relation entre les indices de cerne et la teneur en eau du sol (estimée par le modèle hydrique HYDRUS) a montré que l'humidité du sol peut expliquer jusqu'au quart des variations de croissance annuelle du tilleul³ (figure 10).

L'ensemble de ces analyses montre que la croissance du tilleul, bien que légèrement dépendante du climat de l'année, surtout sur les sols secs, profite de l'augmentation de température sans trop souffrir des canicules désormais plus fréquentes et intenses. Jusqu'à présent, la croissance s'est rapidement rétablie après chaque épisode stressant, au contraire de ce qui se passe avec le hêtre, par exemple, qui souffre des stress hydriques et des vagues de chaleur à répétition et dont la croissance a entamé une courbe descendante depuis trois décennies (figure 11).

Cycle de vie du tilleul

Régénération

Le tilleul rejette très vigoureusement de souche, quel que soit l'âge des individus. En forêt, la grande majorité des individus sont issus de rejets de souche, et cela d'autant plus que l'on s'éloigne de l'optimum climatique de l'espèce. En Europe occidentale, on pense que c'est cette capacité qui lui permet de subsister dans les forêts mixtes malgré une reproduction générative très peu efficace, alors qu'il a été défavorisé par la gestion forestière passée et qu'il subit la concurrence d'essences plus dynamiques comme l'érable sycomore et le hêtre.

En effet, la régénération sexuée est plutôt compliquée, notamment car elle demande beaucoup de chaleur. La floraison, contrôlée par l'accumulation de

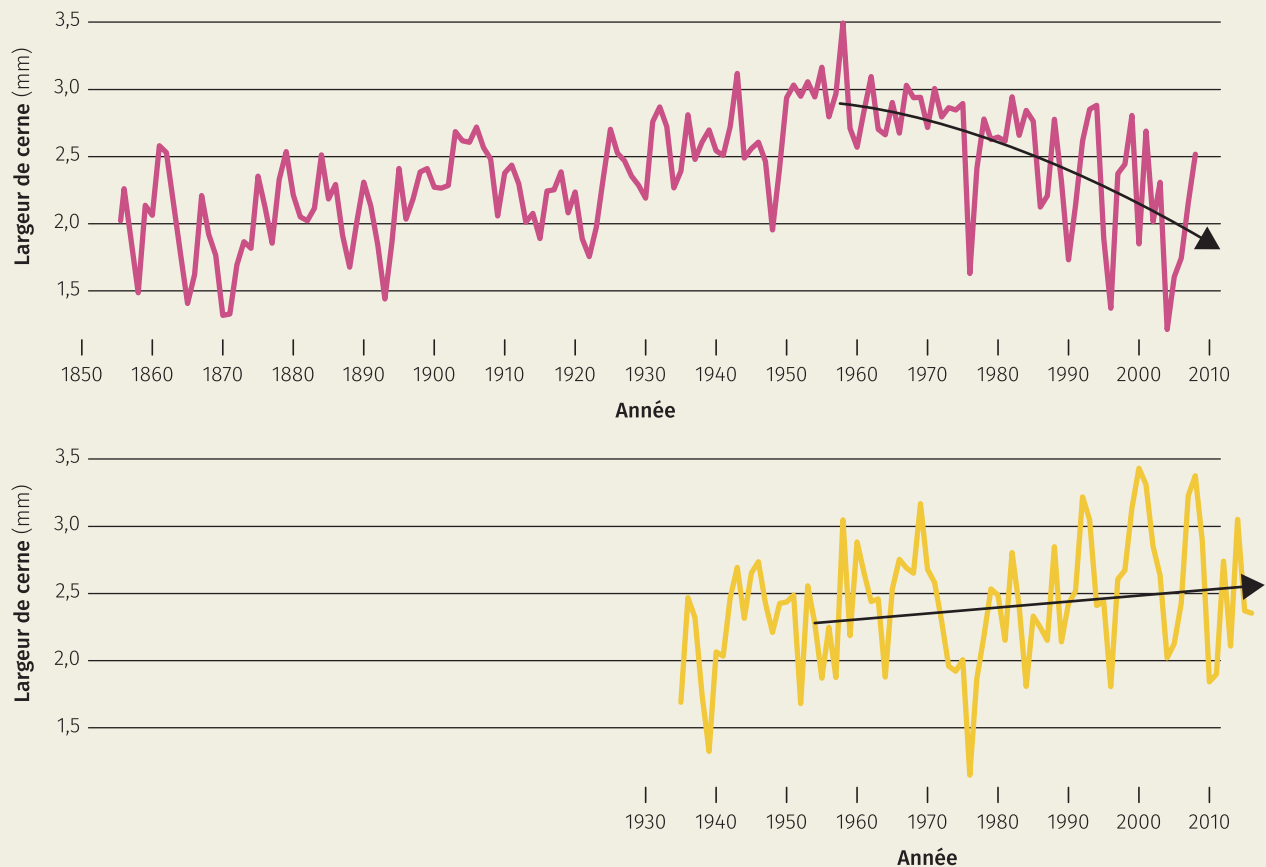


Figure 11. Évolution comparée de la largeur de cerne au cours du temps pour le hêtre et le tilleul à petites feuilles sous l'effet des changements climatiques⁹.

températures, a lieu mi-juin à mi-juillet chez nous, mais début juin en Italie à août en Scandinavie. La production de nectar ne se fait qu'au-delà de 15 °C. La pollinisation se fait nuit et jour, essentiellement par une grande variété d'insectes, en particulier les abeilles et les bourdons, attirés par la fragrance et la couleur jaune des fleurs. La fertilisation n'est possible qu'au-delà de 15 °C et est optimale autour de 20 °C.

À partir de 25 à 30 ans (mais 10 ans plus tôt en milieu ouvert), le tilleul produit des fruits presque chaque année mais l'intensité de la production varie fortement d'une année à l'autre (de 100 000 à 1 million de graines par hectare). Cependant, la proportion de graines vides est souvent élevée lorsque les conditions météorologiques ont été défavorables. Elle peut atteindre 100 % dans le Nord de son aire, où la quantité de graines est souvent insuffisante pour assurer l'établissement de semis. Dans les conditions de la Wallonie, le tilleul ne se régénère que suite à des étés particulièrement chauds. Le vent disperse les graines à l'automne, généralement à proximité du parent, mais en milieu ouvert, grâce à son aile,

la graine peut être emportée jusqu'à quelques centaines de mètres.

Les graines, dont les téguments sont peu dégradables, ont une dormance très profonde et complexe qui n'est levée que par des périodes chaudes et froides. En forêt, elles ne germent que lors du second printemps lorsque la température est suffisante (possible dès 2 °C, mais optimale vers 20 °C). Elles sont donc soumises à la prédation durant plus d'une année.

En raison de toutes ces contraintes, les semis de tilleul sont rares dans les sous-bois de Wallonie, en particulier en Ardenne, où la saison de végétation est fraîche et les sujets adultes quasi inexistant.

Tempérament

Le tilleul est tolérant à l'ombrage et bien adapté à survivre dans le sous-bois (figure 13). Ses besoins en lumière augmentent à partir de l'âge de 4 ans, mais il reste capable de végéter en sous-étage. Une fois établi, le tilleul réagit positivement à une ouverture de la canopée.

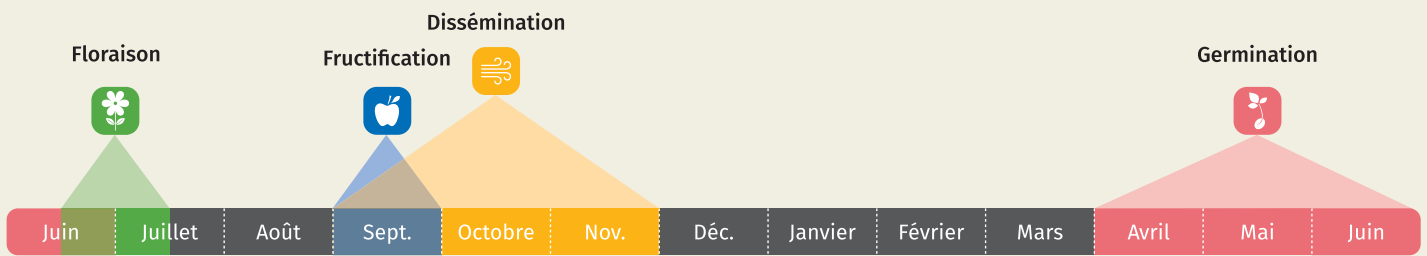


Figure 12. Cycle de reproduction du tilleul à petites feuilles⁵.

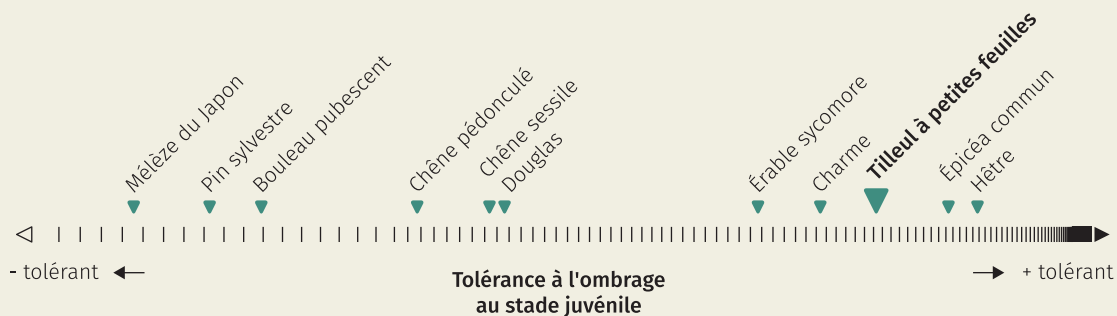


Figure 13. Tolérance à l'ombrage du tilleul en comparaison à quelques autres essences⁵.

Croissance et production

Les forestiers se sont tellement désintéressés du tilleul qu'il est très difficile de trouver des données de croissance et de productivité qui ont plus qu'une valeur locale. En forêt wallonne, où il est très dispersé et souvent présent en cépées plus ou moins isolées, il est aussi hasardeux de produire des informations précises. À partir des quelques données locales de la littérature et de nos quelques mesures sur des groupes de tilleuls, on peut considérer que le rythme de croissance du tilleul est intermédiaire entre celui de l'érable sycomore (croissance forte et un peu moins précoce) et celui du hêtre (soutenue).

Sa productivité est assez élevée, de l'ordre de 5 à 10 m³/ha/an dans ses stations adéquates. En termes d'accroissements en circonférence, les tilleuls dominants de notre jeu de données dendrochronologiques ont généralement un accroissement en circonférence annuel moyen de 1,5 à 2 cm vers 70 à 90 ans, et ce, en l'absence de sylviculture à leur avantage. Par analogie avec d'autres essences, et en particulier avec l'érable sycomore, on peut raisonnablement tabler sur le double

pour des individus qui seraient détournés, soit de l'ordre de 3 cm/an. Contrairement à ces essences, sa longévité est beaucoup plus longue, dépassant le demi-siècle, tandis que les phénomènes de pourriture du cœur n'apparaissent qu'à partir de 2 à 3 siècles, excepté pour les individus issus de taillis, plus affectés par la pourriture.

Robustesse

Considérant sa capacité à rejeter de souche, sa forte croissance et sa tolérance à l'ombrage, on pourrait penser que le tilleul est une essence compétitive qui résiste bien à la concurrence au sein des peuplements. Toutefois, la faiblesse de sa régénération ne lui permet pas de se développer fortement au sein des forêts, si ce n'est dans les zones marginales où il est plus concurrentiel que les autres essences, comme les sols rocheux instables où son enracinement est le plus performant, les sols secs ou encore les versants ensoleillés qu'il supporte mieux que les autres et où il arrive à se régénérer.

Le tilleul à petites feuilles est très peu concerné par des maladies ou des ravageurs qui mettraient à mal

la survie des arbres sains. L'impact grandissant des *Phytophthora* sur les essences forestières est toutefois à surveiller. Dans le cas de rejets de souche, la pourriture du tronc peut survenir vers 60 à 70 ans, mais la compartimentation* fonctionne bien chez le tilleul.

L'impact du gibier n'est pas trop dommageable. Le tilleul n'est pas très apprécié pour l'abrouissement et l'écorcement, ni attractif pour la frottage, et il cicatrise très bien les blessures (tableau 1).

Les rôles du tilleul en foresterie

Essence améliorante

Le tilleul est une essence améliorante grâce à sa fane riche en éléments nutritifs qui se dégrade rapidement, ainsi que grâce à son enracinement structurant et capable de puiser des éléments minéraux en profondeur. Cet enracinement puissant est aussi un excellent stabilisateur des sols. Le tilleul est une des rares essences à s'imposer sur des pentes rocailleuses même instables, où il est une espèce constitutive des érablières de ravin (*Tilio-Acerion*), notamment avec le tilleul à grandes feuilles.

Biodiversité

En matière de biodiversité, le tilleul à petites feuilles possède un important cortège d'espèces associées, notamment d'insectes pollinisateurs, en particulier les

abeilles et bourdons. C'est en effet une espèce mellifère très productrice de nectar, visitée nuit et jour pendant sa floraison. Son ombrage limite par contre le développement du sous-bois, mais dans la mesure où le tilleul est une essence disséminée, cela n'est pas un inconvénient majeur.

Outil sylvicole

Son caractère sciophile et son couvert dense sont intéressants pour le sylviculteur. Ils permettent d'utiliser le tilleul pour moduler la lumière dans le sous-bois à des fins de gestion de la végétation envahissante (ronces, fougères, herbacées, semis indésirables, etc.) et de gainage des fûts en phase de formation, ainsi que pour éviter le développement de gourmands sur le chêne auquel il est souvent associé. Dans ce dernier rôle, tout comme le hêtre ou le charme, il faudra toutefois contrôler la concurrence qu'il peut faire aux autres essences, notamment en envahissant leur houppier grâce à sa tolérance à l'ombrage.

Production de bois et marché associé

Le tilleul à petites feuilles est aussi une essence productive, à croissance assez rapide et soutenue, qui peut fournir des grumes d'une grande qualité exté-

* Mise en place de barrières pour éviter la progression de la pourriture du bois dans le tronc. Cela permet à l'arbre de continuer à se développer malgré les zones pourries, comme c'est le cas des arbres creux en bonne santé.

Tableau 1. Intensité des dégâts de gibier sur le tilleul à petites feuilles⁵.

Type de dégât	Attractivité	Commentaire
Abrouissement	Moyenne	Produit des rejets de souche
Écorcement	Moyenne	Cicatrise efficacement les blessures
Frottage	Moyenne	Les jeunes sujets affectés ont tendance à réagir en créant plusieurs tiges

Tableau 2. Valorisations potentielles du bois de tilleul à petites feuilles⁵.

Valorisation potentielle	Valeur	Commentaires et exemples
Structure		Peu rigide, faible résistance à la traction et au cisaillement
Utilisations extérieures		Peu durable
Utilisations intérieures	✓	Très bonne aptitude au cintrage
Usages spécifiques	✓	Recherché en lutherie et en sculpture. Jouets et petits objets (manches de pinceau, crayons). Très bon charbon de bois pour la confection des fusains. À cause de son écorce fibreuse, le tilleul n'est pas adapté à une utilisation de bois de papeterie

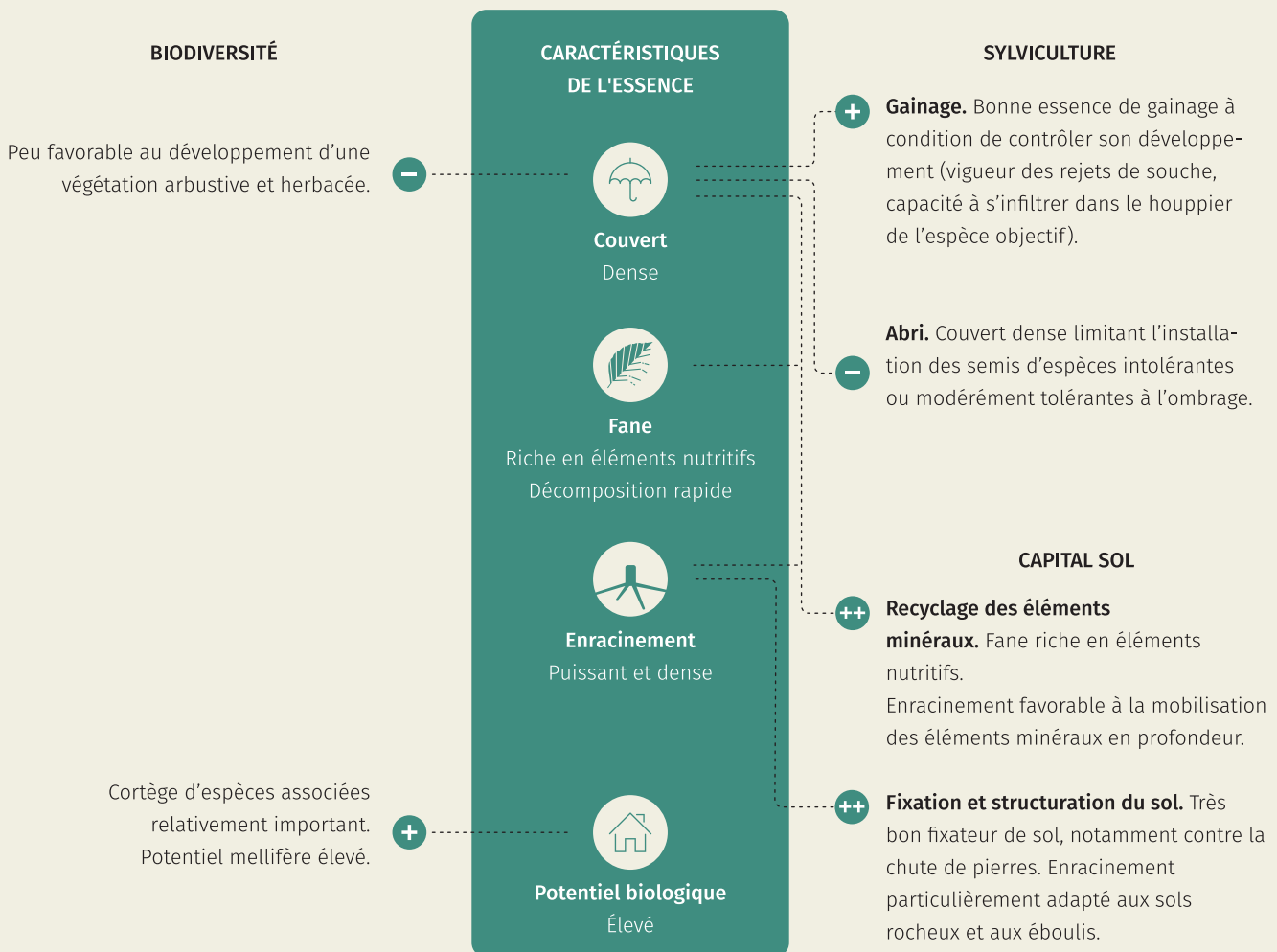


Figure 14. Rôles écologiques et sylvicoles du tilleul à petites feuilles⁵.

rière en termes de rectitude, d'élagage et de gros-seur. Toutefois, le bois de tilleul ne possède pas des caractéristiques mécaniques très intéressantes : il est peu rigide et peu résistant et de surcroît peu durable. Par ailleurs, son utilisation pour la pâte à papier impose un écorçage car son écorce fibreuse pose problème lors du processus de production.

C'est donc parmi les utilisations en intérieur dans la menuiserie et les petites fournitures (lutherie, sculpture, jouets et petits objets, etc.) qu'il doit trouver son créneau (tableau 2). Mais au vu des faibles quantités disponibles, il n'y a pas de marché établi pour le bois de tilleul. De surcroît, souvent issus de taillis et végétant dans le sous-bois, il ne présente pas de grumes de qualité adéquate pour le marché de la menuiserie.

Cependant, au vu des atouts du tilleul en matière de résilience face aux changements climatiques, de

fonctionnement de l'écosystème, d'état sanitaire de la forêt et de rôles sylvicoles, les considérations sur le marché du bois doivent rester secondaires. Dans un monde changeant, personne ne peut prédire ce qu'il sera fait du bois de tilleul d'ici la fin du siècle : de la menuiserie fine ? des contreplaqués ? des produits dérivés ? de l'énergie ? Indépendamment de cela, il aura fourni entretemps une multitude de services écosystémiques et participé à la résilience des forêts.

Vers une sylviculture du tilleul à petites feuilles

La première recommandation aux sylviculteurs serait de protéger la ressource génétique du tilleul en préservant systématiquement les tilleuls dans leurs peuplements. En effet, en raison de la rareté des individus en forêt et de leur faible dispersion des graines,

les généticiens considèrent que la diversité génétique de l'espèce est vulnérable. La seconde recommandation serait de développer le tilleul afin de bénéficier de ses services au sein des peuplements, et notamment de viser une meilleure résistance des forêts aux changements climatiques.

Cependant, vu la rareté et la faible qualité de la ressource en tilleul, il n'existe pas de normes de sylviculture adaptées à cette essence, même en Europe centrale où elle y est plus abondante. Il faut donc établir les bases de sa sylviculture en se fondant sur ses caractéristiques biologiques, ses rôles d'essence améliorante, l'état de la ressource et le type de marché du bois que l'on cherche à atteindre (figure 15).

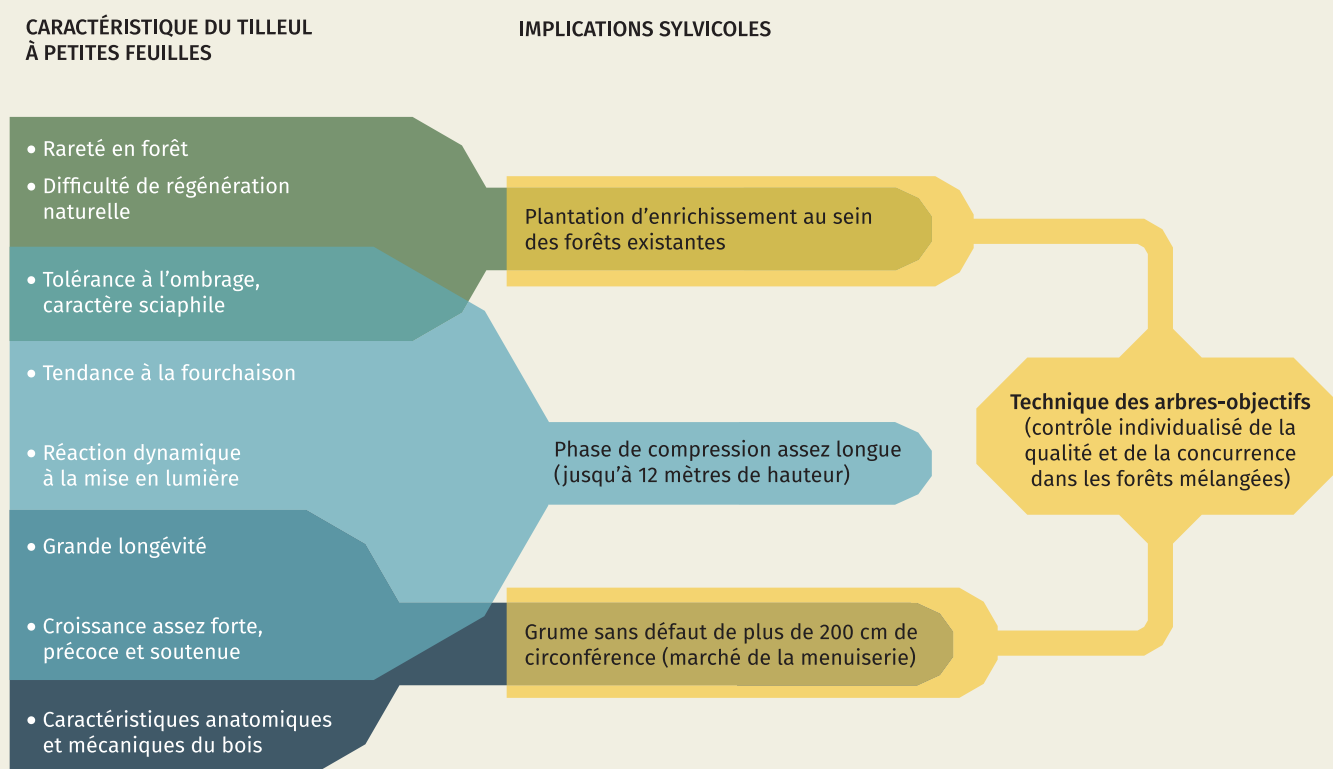
Fondements d'un scénario sylvicole adapté au tilleul

Vu la rareté du tilleul, disséminé dans les forêts, et la difficulté de sa régénération, et considérant le caractère sciaphile au jeune stade, la meilleure manière de développer le tilleul est de l'introduire sous

la forme de plantations d'enrichissement des peuplements existants (hêtraies, chênaies, forêts feuillues mélangées, voire pineraies ou même d'autres résineux en transformation). Il s'agit donc de l'installer par groupes plus ou moins étendus : points d'appui de quelques plants dans les peuplements clairs ou des fourrés de régénération naturelle, petites cellules dans les trouées, petits parquets dans de petites mises à blanc, voire même plantations en bandes ou en plein sous un peuplement d'abri (sous de vieux pins, par exemple). De cette manière, le léger ombrage de l'ambiance forestière favorise le développement du tilleul.

Vu la forte croissance et la longévité du tilleul, et sa propension à produire une grume de forme intéressante (rectitude, grosseur, élagage naturel), c'est naturellement vers le marché des grumes de menuiserie qu'il est le plus opportun d'orienter la production. Certes, il n'existe pas de marché spécifique à cette essence à l'heure actuelle, mais il n'est jamais exclu d'emblée de valoriser de grosses grumes sans défaut

Figure 15. Schéma de réflexion menant à la conception d'un scénario pour le tilleul à petites feuilles (l'essentiel des caractéristiques de l'essence sont disponibles dans le Fichier écologique des essences⁵).



en menuiserie d'intérieur, en déroulage ou dans des usages spécifiques. Au contraire, de telles grumes offrent toujours le meilleur rendement à la transformation. Il faut donc viser de grosses grumes d'au moins 200 cm de circonférence à hauteur d'homme, longues de 6 à 8 mètres en fonction de la fertilité de la station.

Étant donné la légère propension à la fourchaison, surtout en pleine lumière, et le besoin de limiter le développement des branches, qui ne meurent pas facilement chez les essences tolérantes à l'ombrage, il y aura lieu de maintenir une phase de compression assez longue, jusqu'à ce qu'on voie clairement se dessiner les prémices de la future grume sur 6 à 8 mètres (tige droite et début de mortalité des branches basses). Cela devrait se dessiner vers une douzaine de mètres de hauteur totale. Le tilleul ayant une bonne capacité à restaurer sa croissance après une mise en lumière

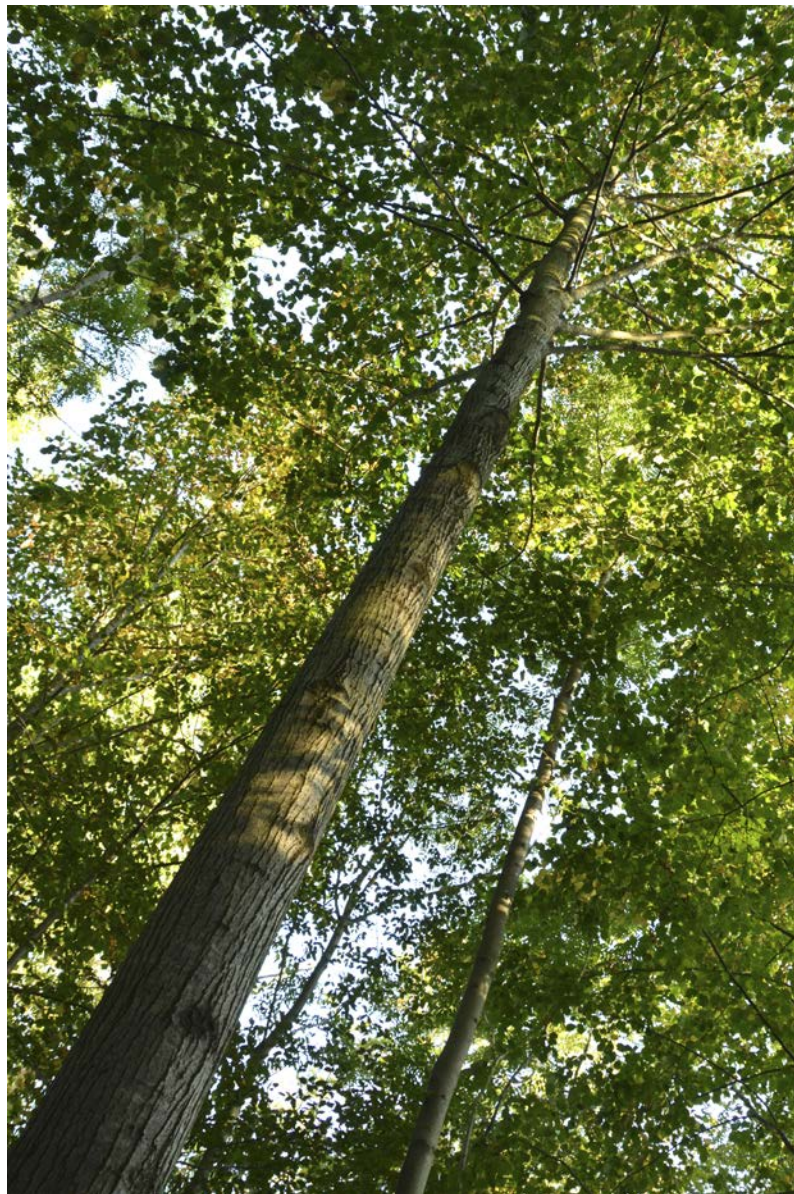
du houppier, ce léger bridage de la croissance en grosseur n'est pas problématique, d'autant plus que l'essence est longévive.

Pour bien profiter de la croissance précoce du tilleul, dès la phase de formation terminée, il y aura lieu de pratiquer une sylviculture dynamique, un peu comme pour l'érable sycomore qui possède des caractéristiques similaires. D'une manière générale, en feuillu, cette croissance rapide aura de nombreux avantages au niveau de la qualité du bois, de la longueur de la révolution, de l'ambiance forestière, de la minéralisation des litières et de la régénération naturelle.

Comme le tilleul aura été implanté par petits groupes en forêt mélangée et que le produit visé (une grume exempte de défauts) impose une surveillance étroite de la part du sylviculteur, c'est tout naturellement la technique des arbres-objectifs qui lui conviendra

Cépée vigoureuse, forme sous laquelle se rencontre fréquemment le tilleul sous l'effet de la sylviculture passée.

Arbre-objectif de tilleul, forme qui pourrait représenter la ressource du futur.



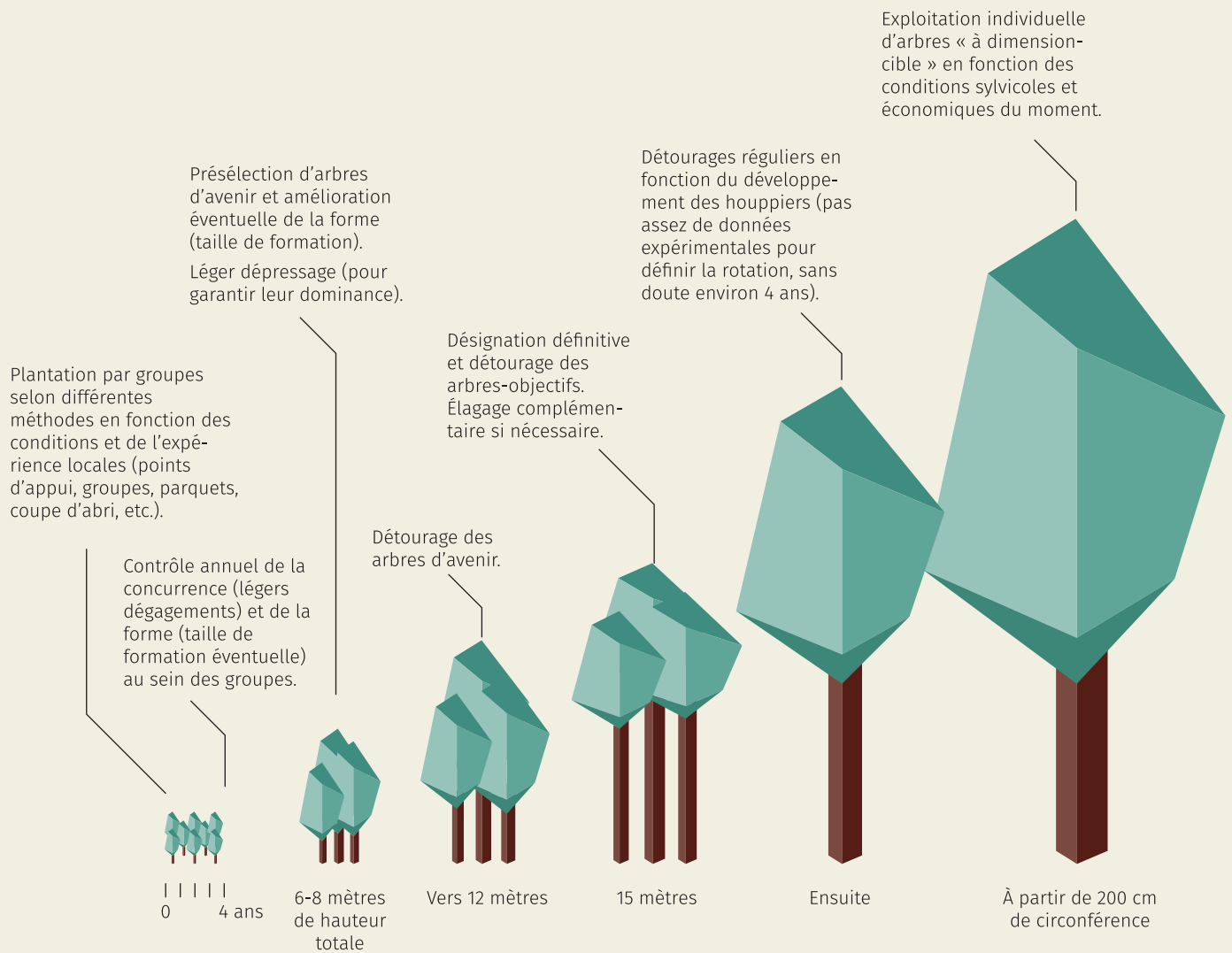


Figure 16. Itinéraire sylvicole basé sur la sylviculture d'arbres objectifs (ou méthode QD).

le mieux. Elle permettra de faire émerger de chaque groupe un ou quelques individus de qualité par des détourages bien ciblés autour des arbres-objectifs de qualité irréprochable. Dans les stations qui lui conviennent, on peut espérer maintenir un accroissement en circonférence d'environ 3 cm/an, une fois l'arbre-objectif mis en place et détouré. Cela signifie qu'il serait possible de produire des grumes de 200 cm de circonférence en environ 70 ans.

Somme toute, c'est plutôt une sylviculture de feuillus précieux qu'il y a lieu d'appliquer au tilleul à petites feuilles, avec toutefois une phase de compression un peu plus longue. Étant donné la longévité du tilleul et l'absence de pourriture du bois, ce léger allongement ne posera pas de problème.

Proposition d'itinéraire sylvicole

Sur ces bases, on peut imaginer un itinéraire sylvicole basé sur la sylviculture d'arbres objectifs (ou stratégie « QD », figure 16).

Conclusion

Dans l'incertitude liée aux changements globaux, le tilleul à petites feuilles est une opportunité que les sylviculteurs doivent saisir. En effet, d'une part, tout indique qu'il puisse supporter mieux que beaucoup d'autres les changements climatiques, et d'autre part, il participe très largement au bon fonctionnement et à la résilience de l'écosystème forestier.

Essence productive et peu concernée par les maladies et ravageurs, le tilleul à petites feuilles pourrait s'intégrer dans la sylviculture européenne pour améliorer la résilience des forêts. Dans ce but, sur base de ses caractéristiques biologiques, il a été possible de proposer un itinéraire sylvicole selon un scénario d'arbres objectifs pour fournir de grosses grumes sans défaut en 60 à 80 ans. Celles-ci devront toutefois se faire leur place dans le marché du bois qui ignore encore le tilleul. Mais dans le contexte d'incertitude actuel, l'heure est à l'innovation. ■


Bibliographie

L'article a été construit à partir d'un article scientifique et de deux mémoires de master issus des recherches menées à Gembloux Agro-Bio Tech :


- ¹ de Jaegere T., Hein S. Claessens, H. (2016). A review of the characteristics of small-leaved lime (*Tilia cordata* MILL.) and their implications for silviculture in a changing climate. *Forests* 7(3) : 56.
- ² Taverniers P. (2017). *Le tilleul à petites feuilles, une essence providentielle face aux changements climatiques ?* Travail de fin d'études, ULiège, Gembloux Agro-Bio Tech, 99 p.
- ³ Tasseroul M.-P. (2019). *Évaluation de l'impact de la réserve en eau du sol sur la croissance du tilleul à petites feuilles (Tilia cordata) à l'aide de l'outil de modélisation HYDRUS*. Travail de fin d'études, ULiège, Gembloux Agro-Bio Tech, 78 p.

Les références scientifiques sont disponibles dans ces documents, en particulier dans celui de DE JAEGERE, qui a établi l'état des connaissances quant au tilleul à petites feuilles. Quelques références plus spécifiques sont citées ci-dessous.

Sur les changements climatiques et l'adaptation des forêts :

- ⁴ Himpens S., Laurent L., Marchal D. (2017). *Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes. Recommandations aux décideurs, propriétaires et gestionnaires*. SPW, Jambes, 84 p. 

Sur le tilleul :

- ⁵ Petit S., Cordier S., Claessens H., Vincke C., Ponette Q., Marchal D., Weissen F. (2017). *Fichier écologique des essences*. Forêt.Nature, UCLouvain-ELIe, ULiège-GxABT. fichierologique.be 
- ⁶ Pigott C.D. (1991). *Tilia Cordata* MILLER. Biological flora of the british isles. *Journal of Ecology* 79 : 1147-1207.


Sur la méthode de dendroécologie :

- ⁷ Latte N., Debruxelles J., Sohler C., Degré A., Claessens H. (2012). La dendrochronologie : un outil pour affiner nos connaissances sur l'autoécologie des essences forestières. *Forêt Wallonne* 116 : 3-17. 
- ⁸ Latte N., Lebourgeois F., Claessens H. (2015). Increased tree-growth synchronization of beech (*Fagus sylvatica* L.) in response to climate change in northwestern Europe. *Dendrochronologia* 33 : 69-77.
- ⁹ Latte N., Lebourgeois F., Kint V., Drouet T., Claessens H. (2017). Le hêtre face au changement climatique :


POINTS-CLEFS

- ▶ Dans le contexte d'incertitude qui baigne la forêt du 21^e siècle, l'heure est à l'innovation.
- ▶ Le tilleul à petites feuilles possède une série d'atouts en matière de services écosystémiques (fane améliorante, enracinement performant, biodiversité, outil de gestion de la lumière et du gainage, production de bois, etc.).
- ▶ Par une étude dendroécologique menée en forêt wallonne, nous avons démontré que, comme sa biologie le laissait présager, il est hautement adapté aux conditions plus chaudes et sèches que nous prévoient les modèles climatiques.
- ▶ Nous avons établi un scénario sylvicole adapté à sa biologie pour insuffler du tilleul au sein des peuplements et produire des grumes de menuiserie selon la technique des arbres objectifs.

le cas de la Belgique. *Revue Forestière Française* 69(3) : 205-217. 

- ¹⁰ Manise T., Vincke C. (2014). Impact du climat et des déficits hydriques stationnels sur la croissance radiale du hêtre, du chêne de l'épicéa et du douglas en Wallonie. *Forêt Wallonne* 123 : 48-57. 

Sur la sylviculture des arbres objectifs :

- ¹¹ Baar F. (2013). *Synthèse de réflexions sur la sylviculture d'arbres-objectif en peuplement irrégulier ou équienné, mélangé ou non*. Forêt Wallonne asbl, SPW-DGO3, 45 p. 
- ¹² Wilhelm G.J., Rieger H. (2017) *Stratégie QD*. CNPF-IDF, Forêt.Nature, 192 p.

Cette étude a bénéficié du financement du FRIFA au travers d'une bourse de doctorat et de l'Accord-cadre de recherches et vulgarisation forestières. Nous remercions Benoît Mackels et Antoine Porsont qui ont mené les travaux de dendrochronologie (abattages, prélèvements et préparation des échantillons, validation des séries dendrochronologiques), ainsi que les propriétaires et gestionnaires forestiers qui ont gracieusement mis à notre disposition les tilleuls nécessaires à cette analyse.

Crédits photos. H. Claessens

Hugues Claessens
Tanguy de Jaegere
Philippe Taverniers
Marie-Pierre Tasseroul
Nicolas Latte
hugues.claessens@uliege.be

Forest Is Life, ULiège, Gembloux Agro-Bio Tech
Passage des Déportés 2 | B-5030 Gembloux



ACCORD-CADRE RECHERCHES
ET VULGARISATION FORESTIÈRES

