



OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**

te-
tre
En
en
nis
ze.

ure
ter-
rêts
hie-
par
et¹).
pro-
ob-
tai-
en

'oc-
ivre
LVA
mes
rens
able
ectif
est
orié-
ain,
pre-
■

ran-

a.htm



© FW

DÉPÉRISSEMENT DU CHÊNE EN WALLONIE : état de la question

ANNE FOCANT

FRANÇOIS MALAISSE

Laboratoire d'écologie,
Faculté universitaire des Sciences
agronomiques de Gembloux
(SUSAG)

Pour les Romains comme pour les Celtes ou les Germains, le chêne était le plus sacré des arbres, le support du ciel, l'axe du monde. Représentant la divinité suprême, le maître des dieux, il régnait sur terre comme Zeus sur l'Olympe. De tout temps, c'est la majesté du chêne, la puissance de sa cime, la force de ses branches, la solidité de son enracinement et sa longévité qui ont été l'objet de tant de vénération et de sollicitudes.

Aujourd'hui encore, les chênes dominent la forêt feuillue wallonne, avec plus de 80 000 ha. Cependant, la beauté de nombre d'entre eux n'inspire plus l'admiration d'autrefois. Qui reconnaîtrait ce géant en ces arbres déprimés ou mourants, que l'on signale dans nos forêts depuis près de deux décennies et en particulier depuis 1999, quand plusieurs cantonnements wallons, à juste titre effrayés, ont signalé la mort brutale de trop nombreux sujets ? Qui n'a pas en tête cette image de chênes pointant au ciel leurs branches dénudées, émergeant d'un feuillage anormal, ces « doigts de la mort » comme certains les appellent et que le regard croise à chaque fois en bordure de l'E 411 à proximité de Wellin ?

Partie 1 :

DÉPÉRISSEMENT DU CHÊNE EN WALLONIE

bref rappel

Si des dépérissements d'arbres sont connus depuis longtemps, la fréquence et l'intensité de celui qui sévit depuis quelques années dans nos pays européens, méritent plus que l'attention du forestier concerné. C'est tout un écosystème et toute l'économie sous-jacente qui menacent de vaciller !

Bien que de nombreuses études et recherches aient été publiées ou sont encore en cours, nous avons été marqués par le manque de résultats pratiques et concrets, qui assisteraient et guideraient les forestiers désemparés, qui doivent souvent assister seuls à la menace de la disparition d'une valeur économique, écologique et sociale irremplaçable et inestimable. Il n'est certes pas aisé de dicter a priori de directives, sans savoir quel est exactement le mécanisme de ce mal. Il semble néanmoins acquis que si l'on ne peut agir sur tous les facteurs du milieu qui affaiblissent l'arbre, on devrait néanmoins pouvoir éviter que les arbres ne succombent aux pathogènes mortels. Il s'agit alors d'augmenter la vigueur des peuplements et d'atténuer la propagation des agents nuisibles.

HISTORIQUE

Le dépérissement en tant que phénomène de masse serait apparu au début du vingtième siècle dans les pays de l'est de l'Europe pour s'étendre progressivement et se généraliser actuellement à toute l'Europe. Les datent précises d'apparition des premiers signes de dépérissement dans les différents pays européens sont difficiles à certifier, car la signalisation des symptômes dépend évidemment de la vigilance et de l'attention portée dans chaque pays à l'état de santé des forêts.

L'historique du dépérissement en Belgique a déjà été retracé, notamment par MALAISSE *et al.*¹⁻². Les deux premières

vagues de dépérissement en région wallonne sont signalées au début du 20^{ème} siècle et au début des années quarantes. Elles sont respectivement attribuées à d'importantes attaques de *Tortrix viridana* L. et au parasite de faiblesse *Diplodia quercina* WEST. Au début des années



© A. Focant

Tableau 1 : Dates d'apparition du dépérissement des chênes dans différents pays européens

ANNÉE D'APPARITION	PAYS
1739	Allemagne
1850	Suisse
1875	France
1877	Hongrie
1878	Yougoslavie
1892	URSS
1910	Roumanie
1921	Belgique
1940	Pologne
1944	Autriche
1954	Tchécoslovaquie
1980	Italie
1982	Bulgarie
1987	Suède
1988	Portugal
1992	Espagne

Tableau 2 : Évolution de la défoliation des feuillus de 1989 à 1999 en Wallonie³

	Année	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
% de défoliation	< 10 %	66,3	62,9	62,3	54,8	75,9	70,9	66,7	68,3	69,2	67,4	62,8
	10-25 %	24,6	25,8	24,6	36,5	16,9	21,7	21,1	21,8	21,2	20,9	22,7
	25-60 %	7,5	9	10,7	8	6,2	6,7	11,4	8,9	8,1	9,8	12,3
	> 60 %	1,4	2,1	2,2	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	1,1	1,4	1,6
	Morts	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6
	Total > 25 %	9,1	11,3	13,1	8,7	7,2	7,4	12,2	9,9	9,6	11,7	14,5

quatre-vingt, la situation s'est avérée plus préoccupante, sans qu'une cause particulière puisse être isolée. Depuis, le dépérissement n'a cessé de se faire ressentir, mais avec des intensités variables selon les années et selon les triages.

Les résultats du rapport sur les inventaires de l'état sanitaire des forêts en région wallonne de 1989 à 1999, relatifs au taux de défoliation de nos essences feuillues, permettent de voir l'évolution de la défoliation des feuillus sur cette période en Wallonie⁸. Le tableau 2 présente le pourcentage de feuillus par classe de défoliation de 1989 à 1999, tandis que la figure 1 ne reprend que l'évolution du pourcentage de feuillus défoliés à plus de 25 % pendant cette même période.

LA « MALADIE »

Définition de la notion de dépérissement

Le dépérissement est un phénomène complexe qui résulte d'un affaiblissement généralisé d'un grand nombre

Les arbres jeunes et adultes, mais non sénescents, peuvent aussi réagir aux nombreuses perturbations de l'environnement par une « descente de cime ». C'est une réaction d'un arbre encore suffisamment vigoureux qui a souvent du sacrifier l'extrémité de ses branches et qui compense à présent cette automutilation par la production de nombreux rejets. Il est difficile de prévoir l'évolution de ces arbres.

Figure 1 : évolution du pourcentage de feuillus présentant un taux de défoliation supérieur à 25 % de 1989 à 1999³

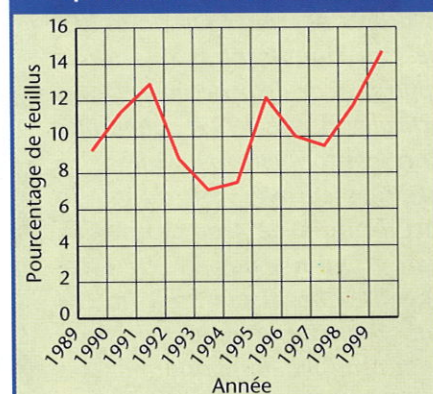
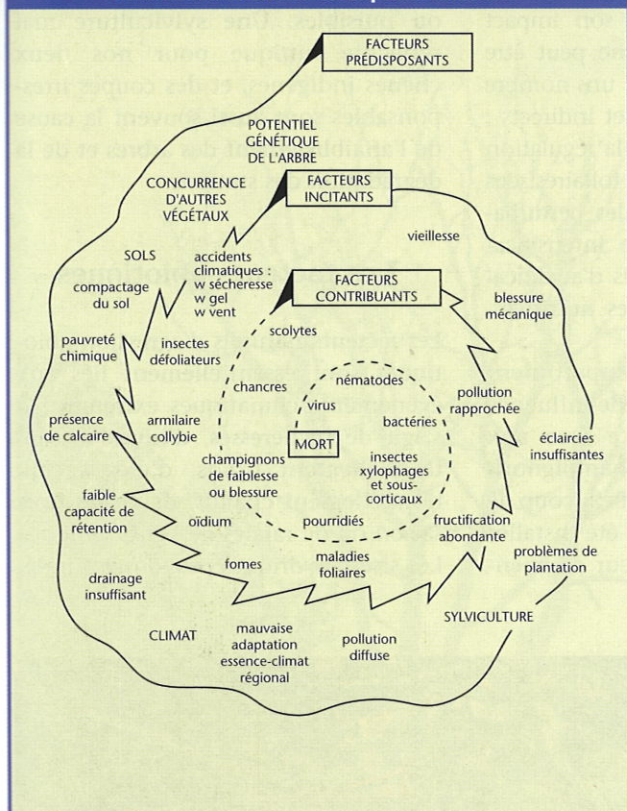


Figure 2 : Spirale de MANION, reprenant les facteurs intervenant dans le dépérissement⁴



d'arbres d'une même espèce, vivants côte à côte dans les mêmes conditions stationnelles. Les causes qui le déclenchent initialement ne sont pas toujours les mêmes et dépendent non seulement de la vigueur de l'arbre et de sa capacité à résister aux facteurs

Il peut néanmoins aussi se rétablir, produisant alors des rejets sur le tronc et les branches.

Le modèle de SINCLAIR, que MANION a généralisé à toutes les essences, distingue trois groupes de facteurs agissant en succession. Initialement, ce

initiaux, mais aussi de l'accumulation et de l'interaction des autres facteurs et de la réponse de l'arbre face à ces combinaisons. Le dépérissement ne suppose pas de causes particulières et ne doit donc pas être considéré comme une maladie. Les symptômes varient suivant l'environnement écologique et sylvicole et l'espèce concernée. Ceux communs à tous les chênes d'Europe sont un élagage de la couronne, la croissance de gourmands et des écoulements. L'arbre peut succomber rapidement ou montrer des signes de perte de vitalité pendant de nombreuses années.

sont les facteurs prédisposants qui interviennent. Facteurs permanents, ils affaiblissent graduellement l'arbre, sans toutefois conduire au développement de symptômes de dépérissement. En second lieu interviennent les facteurs incitants ou déclenchants. Bien que n'étant qu'épisodiques, ils affaiblissent notablement l'arbre vulnérable qui ne sait plus se défendre face à ces stress additionnels soudains. L'arbre succombe finalement aux attaques des facteurs dits contributifs ou aggravants, le plus souvent de nature biotique. Les trois ensembles de facteurs peuvent avantageusement être représentés par une spirale, reprise à la figure 2. Cette spirale peut être qualifiée de dynamique ou réversible à tout moment.

CAUSES

Les causes – potentielles – du dépérissement sont nombreuses. Nous venons de voir qu'elles peuvent s'insérer dans une spirale. Ceci explique pourquoi il est difficile de les traiter

La microphyllie, ou réduction de la taille des feuilles, est souvent présente sur les chênes dépérissants.



séparément. On peut distinguer trois types de facteurs d'agression : les facteurs anthropiques, abiotiques et biotiques. Ils sont définis comme des facteurs environnementaux qui entraînent un développement déficient de l'arbre, limitent sa croissance et/ou font apparaître des signes de mauvaise santé.

Les facteurs anthropiques

Nous traitons en premier lieu des facteurs anthropiques, parce que force est de reconnaître que l'homme, par ses actes, est capable d'orienter l'influence des facteurs abiotiques et biotiques – sans pour autant comprendre ou contrôler l'ampleur et les conséquences de ses interventions ! L'homme agit sur l'environnement d'un arbre d'une part par les pollutions qu'il provoque par ses activités nombreuses et, d'autre part, par la sylviculture et les traitements qu'il applique aux peuplements d'arbres.

La pollution atmosphérique, en particulier, se répercute sur toutes les composantes de l'écosystème forestier. Et si l'hypothèse suivant laquelle elle pou-

vait être le dénominateur commun de la plupart des dépérissements semble aujourd'hui abandonnée, son impact négatif et déséquilibrant ne peut être nié. On retiendra parmi un nombre important d'effets directs et indirects : des troubles au niveau de la régulation stomatique, des lessivages foliaires, des détériorations racinaires, des perturbations phénologiques, une intensification des processus naturels d'acidification du sol et des carences nutritives.

La nutrition est un compartiment essentiel pour les arbres, elle influence grandement la résistance face aux insectes nuisibles, aux champignons et aux bactéries. Pourtant beaucoup de peuplements ont souvent été installés sur des stations qui ne leur convien-

nent pas ou qui ont été appauvries par des pratiques et des régimes éreintants ou nuisibles. Une sylviculture mal réfléchie, unique pour nos deux chênes indigènes, et des coupes irresponsables sont aussi souvent la cause de l'affaiblissement des arbres et de la dégradation des stations.

Les facteurs abiotiques

Les facteurs naturels d'agression abiotiques sont essentiellement liés aux événements climatiques extrêmes : il s'agit de sécheresses, d'hivers exceptionnellement froids, d'étés exceptionnellement chauds, de gelées hors saison ou de rafales de vents violents. Les stress hydriques provoquent indé-

© Laboratoire d'écologie FUSAGx



Les écoulements sont un des symptômes du phénomène de dépérissement chez le chêne. Ici, ils sont provoqués par la présence d'un insecte *Agrilus biguttatus* qui, suite à la colonisation de l'aubier, provoque une réaction de l'arbre. Cet insecte de la famille des Buprestidae a souvent été remarqué dans l'analyse du dépérissement. Ses larves envahissent l'entre-écorce en creusant de petites galeries caractéristiques par leur orientation horizontale et leur changement de direction à angle droit. Elles produisent une vermoulure imprégnée d'une substance toxique induisant des anomalies telles thylloses, nécroses et bois madré.



© Laboratoire d'écologie FUSAGx

Si l'apparition de gourmands est un signe de stress connu, les quelques arbres qui n'en produiraient pas dans un peuplement perturbé seraient soit des individus tellement vigoureux que le trouble ne les a même pas effleurés, soit des individus trop séniles ou affaiblis que pour pouvoir réagir. Cette absence de réaction conduit à la mort du sujet.

niablement un affaiblissement de l'arbre face aux insectes et autres micro-organismes.

Les facteurs biotiques

Les agressions biotiques sont des attaques d'organismes vivants, comme les insectes, les champignons et les bactéries. L'intensité de ces attaques et maladies peut être stimulée par des conditions environnementales défavorables.

S'il n'existe pas encore de solution miracle au dépérissement de nos chênes indigènes, deux mesures importantes sont néanmoins applicables dès aujourd'hui et motivent le présent article.

D'une part, il est indispensable de suivre de manière aussi précise que possible l'évolution de ce phénomène tant au niveau du terrain que de la recherche. La clef de détermination du stade de dépérissement présentée plus loin constitue une manière de standardiser les observations afin d'obtenir des données comparables.

D'autre part, et cela constitue de loin le point le plus important, il est essentiel qu'un effort soit fait dans la recherche de l'adéquation parfaite entre l'essence, la station et la sylviculture afin de produire des arbres vigoureux chez lesquels les phénomènes de dépérissement semblent moins fréquents. Nous présentons dès lors une comparaison détaillée des exigences écologiques de nos deux chênes indigènes ainsi que quelques remarques d'ordre sylvicole.

Afin de relever d'éventuels problèmes au niveau des racines des sujets dépérissants, des fosses d'observations sont réalisées. Les racines peuvent ainsi être observées tant au niveau de leur état sanitaire que de leur organisation spatiale.



© A. Focant



© C. Vlinckx

PARTIE 2 :

RAPPEL DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DE NOS DEUX CHÊNES INDIGÈNES

CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES

Les chênes pédonculé, *Quercus robur* L. (*Quercus pedunculata* EHRH.) et sessile, *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. (*Quercus sessiliflora* SALISB., *Quercus sessilis* EHRH.) sont nos deux seuls chênes indigènes, alors que le genre *Quercus* comprend environ 500 espèces de part le monde. Ils sont souvent confondus sous la dénomination de « Chêne », car ils ont de nombreux traits de ressemblance. Il existe cependant des caractères morphologiques qui permettent de les distinguer. C'est une revue de ces critères, issus de nombreuses sources*, que nous nous proposons de reprendre dans le tableau 3.

Ce tableau regroupe les critères de distinction morphologique globalement accessibles et qui devraient permettre une identification certaine des deux essences. Néanmoins, si de nombreux forestiers ont abandonné depuis longtemps toute tentative de distinction des deux chênes, c'est qu'en forêt, ces critères sont très loin de paraître aussi évidents.

D'une part, les conditions du milieu et la sylviculture influencent ces caractères. De nombreuses études indiquent en effet l'existence d'une liaison nette entre morphologie des arbres et type de station dans lequel ils se trouvent⁵. Il semble exister une forte différenciation en fonction du milieu, mais nous en reparlerons plus loin.

D'autre part, les chênes présentent une variabilité génétique entre individus relativement importante. Selon HERZOG⁶, cette variabilité serait plus importante pour le chêne pédonculé, ce qui va à l'encontre de l'idée jusqu'alors acceptée⁵.

La distinction précise reste cependant possible, mais demande une observation plus minutieuse de divers critères. Tous les auteurs ne sont pas encore

unanimes, mais quelques critères semblent néanmoins reconnus auprès de nombre d'entre eux, même si les valeurs ne coïncident pas toujours parfaitement. La description suivante reprend cinq critères reconnus par quelques auteurs de référence⁵⁻⁷⁻⁸.

Quercus robur L. :

- pédoncule fructifère long (> 18 mm) ;
- rameau de l'année, face inférieure du limbe, nervure principale, aisselle des nervures et pédoncule fructifère glabres ;
- pétiole vert ou plus rarement rouge, glabre et court (< 7 mm) ;
- feuille à plus de trois nervures intercalaires et auriculée ;
- feuille mate à la face supérieure.

Quercus petraea (MATT.) LIEBL. :

- pédoncule fructifère pourvu de poils courts à moyens, court (< 6 mm) ;
- aisselle de la nervure principale à poils moyens à longs, dressés et nombreux ;
- face inférieure du limbe à poils courts, appliqués, étoilés, en grand nombre ;
- pétiole jaune, glabre, long (> 12 mm) ;
- feuille à moins de trois nervures intercalaires, non auriculée ;
- feuille luisante à la face supérieure.

GRANDJEAN & SIGAUD⁷ sont conscients que tous les arbres ne se reconnaissent pas dans ces portraits-types et qu'il peut exister une forte variabilité, mais ils affirment que ce regroupement de caractéristiques correspond précisément à la notion d'espèce, qui loin d'être l'incarnation d'un type fixe, prend au contraire en compte la variabilité de la population.

Les chênes intermédiaires

Si l'existence des deux espèces distinctes *Quercus robur* L. et *Quercus petraea*

(MATT.) LIEBL. est généralement admise auprès des forestiers et chercheurs, il n'en est pas de même des individus supposés intermédiaires. Ces innombrables sujets qui ne correspondent pas aux descriptions classiques sont souvent interprétés comme des hybrides⁹⁻¹⁰⁻¹¹, des formes¹²⁻¹³⁻¹⁴⁻¹⁵ ou des sous-espèces⁵⁻¹⁶.

Selon NANSON (communication personnelle), ce serait le chêne pédonculé qui aurait recolonisé nos pays après la dernière glaciation. À l'échelle des temps géologiques, il aurait ensuite évolué différemment suivant les conditions pédo-climatiques et une nouvelle espèce, le chêne sessile, aurait fini par se différencier en altitude sur les sites plus chauds et plus secs, ainsi que sur les sols filtrants et plus pauvres de plus basse altitude, tandis que le chêne pédonculé se serait maintenu dans les vallées et sur les sols riches et humides des plaines¹⁵. Sur base d'études biochimiques, ZANETTO *et al.*¹¹ ont pu montrer que les individus intermédiaires seraient le résultat d'hybridations introgressives au niveau des aires de répartition commune. Selon cette théorie, après interfécondation, les croisements suivants seraient surtout des back-cross, chaque espèce phagocytant ainsi peu à peu une partie du génome de l'autre espèce. Les individus hybrides formés auraient des caractères intermédiaires entre ceux des espèces parentales, et occuperaient des localisations écologiques différentes de celles des parents⁷. Ces flux de gènes interspécifiques ont aussi été rapportés par BACILIERI *et al.*⁹ et seraient asymétriques. Ces résultats ont encore été confirmés en 1993 par des croisements interspécifiques artificiels¹⁷. On se trouverait ainsi souvent en présence d'essaims hybrides, au sein desquels individus purs et hybrides de diverses générations et compositions se croiseraient, donnant ces individus de morphologie intermédiaire. Remarquons que ces hybridations asymétriques sont aussi observées chez d'autres espèces forestières des genres *Aesculus*, *Eucalyptus*, *Populus* et *Pinus*. Au terme de leurs recherches en France, BACILIERI *et al.*⁹ ont montré que la contribution du chêne sessile dans la descendance du chêne pédonculé est de 32 %, tandis que le chêne pédonculé ne contribue nullement à celle du chêne sessile. De plus, les ovules de chêne sessile semblent être pollinisés préférentiellement par d'autres génotypes sessiles purs. Ces auteurs pensent assister à un flux unidirectionnel de gènes, renfor-

* voir bibliographie complète

çant la succession des deux essences, *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. remplaçant progressivement *Quercus robur* L.

ZANETTO *et al.*¹¹ pensent qu'en l'absence de pression de sélection en faveur d'une de ces deux essences interfertiles, le flux de gènes interspécifiques en peuplements mixtes conduit à une diminution de la différenciation génétique entre les deux espèces et leur assure un haut niveau de diversité génétique.

Cette théorie de l'hybridation introgressive s'oppose à celle couramment répandue chez nous, qui affirme que le taux d'hybrides est très réduit, suite notamment au décalage phénologique entre les deux essences¹⁸.

En Allemagne, KLEINSCHMIT *et al.*¹⁵ tendent également à soutenir cette hypothèse sur l'hybridation introgressive, alors que DUPOUEY & BADEAU¹³, RUSHTON¹⁰ et AAS¹² pensent eux que la variabilité observée est une caractéristique des deux espèces.

Au terme de leurs recherches, KLEINSCHMIT *et al.*¹⁵ arrivent à la conclusion que les chênes sessiles et pédonculés ne peuvent être distingués individuellement

sur base des critères morphologiques des feuilles et des glands. Ne pouvant isoler aucun marqueur génétique particulier propre à une des deux espèces, ils soutiennent DUPOUEY *et al.*¹⁴, affirmant que la distinction en deux espèces *Quercus robur* L. et *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. est abusive. Ils proposent dès lors de considérer nos deux chênes comme deux écotypes différents d'une seule espèce : *Quercus robur* L. et les traitent de sous-espèces : *Quercus robur* subsp. *robur* et *Quercus robur* subsp. *petraea*. Ces deux écotypes, stabilisés au sein d'une espèce et identifiables sur base de caractères morphologiques stables à l'échelle d'une population, sont l'objet d'une sélection comme second mécanisme évolutif en plus du flux génétique asymétrique.

Ces caractères morphologiques particuliers doivent avoir une valeur adaptative. DUPOUEY *et al.*¹⁴ reprennent quelques exemples. D'une part, la pilosité des feuilles diminue l'évapotranspiration, ce qui explique dès lors l'adaptation plus grande de *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. aux stations plus sèches. Sa couronne

plus dense et la longueur des pétioles plus importante lui permettent probablement de photosynthétiser davantage et ainsi d'être plus compétitif. D'autre part, on sait que le poids, la forme et les dimensions des glands sont des caractéristiques importantes pour le transport des glands par les geais, et que la taille des glands et la croissance juvénile sont corrélées positivement. Ce sont là des atouts de *Quercus robur* L., essence colonisatrice, dont les semis sont ainsi capables de fuir plus rapidement la concurrence herbacée et arbustive. Les auteurs ajoutent que les populations de chênes pédonculés sont morphologiquement différenciées en fonction du statut hydrique de la station, tandis que les caractères morphologiques des populations de chênes sessiles sont davantage liés au statut nutritionnel.

EXIGENCES ÉCOLOGIQUES DES DEUX CHÊNES

Maintenant que nous savons ce qu'il en est de la distinction morpholo-

TABEAU 3 : CARACTÈRES DISTINCTIFS DES CHÊNES PÉDONCULÉ ET SESSILE

	<i>Quercus robur</i> L.	<i>Quercus petraea</i> (MATT.) LIEBL.
Port de l'arbre	- port assez irrégulier - cime étalée - tige se divisant en plusieurs grosses ramifications tortueuses, souvent coudées et à insertion normale - cime sans flèche distincte, sauf en massif - propension du fût à se couvrir de gourmands	- fût droit, se prolongeant dans la cime, régulièrement décroissant - cime plus étroite, en forme de cône renversé - branches plus droites, disposées en éventail - ramifications progressives et régulières
Couvert	- incomplet, irrégulier et léger - feuilles réparties par touffes, laissant des vides entre elles, rendant l'observation des pétioles difficile	- régulier, complet et épais - répartition uniforme des feuilles, relativement distantes les unes des autres à la périphérie du houppier et discernables individuellement
Rhytidome	- crevasses profondes et longitudinales, à fond rosé - crêtes ne s'exfoliant pas et à profil triangulaire - fentes transversales fines - teinte sombre - lisse et grisâtre chez les arbres jeunes	- peu profondément crevassé et s'exfoliant par petites plaques quand l'arbre est en massif et grossit lentement - crevassé fortement quand l'arbre a une végétation rapide et un bois nerveux - lanières minces et crevasses moins profondes et plus confluentes que chez le chêne pédonculé - côtes à profile rectangulaire - teinte claire - lisse et verdâtre chez les arbres jeunes
Bourgeons	- ovoïdes et obtus - glabres - nombreuses écailles - s'appuient sur de gros coussinets	oblongs, plus pointus et plus longs que ceux du chêne pédonculé
Feuilles	- pétiole court - base du limbe formée de deux oreillettes inégales - limbe ondulé et souple, parcouru par des nervures intercalaires qui aboutissent dans les échancrures des feuilles, toujours glabre - lobes irréguliers, largeur maximale aux 2/3 de la hauteur - feuilles disposées en bouquet - feuilles vert foncé à la lumière naturelle, mates	- pétiole assez long - base du limbe amincie en coin - limbe plus ou moins plat, dépourvu de nervures intercalaires - largeur maximale à la 1/2 de la hauteur - feuilles allongées, profondément et régulièrement lobées - feuilles vert clair, luisantes, plus coriaces
Fruits	- pédoncule long, grêle, brillant et glabre - cupules isolées ou en groupes (1 à 5 glands, généralement 2), à écailles triangulaires largement étalées à la base et brusquement rétrécies dans le tiers supérieur, moins distinctes et moins serrées que chez le chêne sessile - gland plus gros, de forme oblongue, pendant et muni à l'état frais de bandes longitudinales sombres	- pédoncule nul ou court, gros, peu brillant et légèrement velu - cupules groupées ou isolées, à écailles triangulaires allongées, bien distinctes et serrées - gland lisse, plus petit, plus arrondi, moins lourd, dressé et de teinte uniforme



© Laboratoire d'écologie FUSAGx

gique entre nos deux chênes indigènes, voyons à présent ce qu'il en est de leurs exigences écologiques.

Ce point peut paraître banal, cependant quand nous voyons comment certaines forêts sont encore gérées, nous comprenons qu'on n'insistera jamais assez sur l'importance pour un gestionnaire forestier de bien connaître les exigences des essences qu'il veut cultiver à moindre frais et avec une rentabilité maximale.

Les données qui suivent sont une synthèse de nombreuses références* et correspondent autant que possible aux situations rencontrées en région wallonne.

Le tableau 4 et la figure 3 illustrent la « localisation écologique » des deux chênes.

Au terme du programme de recherche mis en place par l'INRA, LÉVY *et al.*¹⁹ ont trouvé que l'hypoxie – ou déficit en O₂ du système racinaire – est nettement défavorable pour le chêne sessile, tandis que c'est le déficit hydrique qui nuit le plus au chêne pédonculé, sauf quand l'engorgement préalable du sol était si intense qu'il assure un

La décoloration des feuilles est un critère souvent exploité pour déterminer le niveau de dépérissement d'un arbre.

sol suffisamment humide en début de période de sécheresse.

Nos deux chênes indigènes ont donc des exigences écologiques différentes. *Quercus robur* L. est typique sur les sites riches, humides des basses altitudes. *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. a ses populations typiques à moyenne altitude, sur les sites plus secs et plus chauds, moins riches. Les deux essences demandent un bon ensoleillement, mais le chêne sessile tolère un peu plus l'ombrage.

Néanmoins, on les retrouve très souvent en mélange, particulièrement sur les sites présentant une mosaïque de sols plus humides ou plus secs ou des conditions neutres mésophiles. C'est dans ces milieux, que GRANDJEAN & SIGAUD⁷ ont identifié le plus d'individus intermédiaires. Ils ont montré que si les individus les plus typés de chaque espèce de chêne occupaient de façon exclusive les milieux correspondant à leur optimum, les individus intermédiaires

se retrouvaient dans les milieux neutres mésophiles de transition entre les terrains mieux drainés et souvent plus acides à chênes sessiles et les terrains topographiquement plus bas et mouilleux préférés par les chênes pédonculés. La grande variabilité morphologique des arbres dans ces milieux avait déjà été soulignée par d'autres auteurs comme KRAHL-URBAN²⁰ en Allemagne, OLSSON²¹ en Suède, RUSHTON²² en Angleterre et KISSLING²³ en Suisse. Par ailleurs, JENSEN²⁴ a montré que ces différences d'exigences écologiques n'empêchent pas que certaines provenances d'une essence puissent pousser sur des stations présentant des conditions écologiques différentes des exigences normales.

Enfin, en parcourant la littérature, il ressort que la répartition actuelle du chêne pédonculé en Europe ne correspond plus du tout à sa distribution naturelle. Sa large extension au détriment du chêne sessile a plusieurs explications. De nombreux peuplements actuels sont issus de plantations faites au siècle dernier pour reboiser des zones très dégradées et passées à l'état de landes. Les glands nécessaires ont dû être récoltés sans précaution, sur les arbres les plus fructifères : chênes de lisière, voire de plein champs, donc des pédonculés. Le chêne pédonculé fructifie plus abondamment et produit des glands plus gros qui ont un taux de germination supérieur à ceux du chêne sessile, par ailleurs intolérant à l'eau. Les semis naturels du chêne pédonculé réussissent plus facilement que ceux du sessile. Pire, le choix des pédonculés a pu aussi parfois être délibéré pour le reboisement des landes mouilleuses, sur base de sa réputation d'espèce hygrophile. Un processus spontané est aussi probablement à l'origine de cette répartition, remontant dans un passé plus ancien. On sait qu'il y a deux ou trois siècles, nos forêts, surexploitées et clairsemées, étaient parvenues dans un état extrêmement critique. On peut alors comprendre que le pédonculé, plus héliophile, plus fructifère, favorisé en outre par le bilan hydrique plus favorable des forêts ouvertes, ait pu, avec le temps, sortir largement de ses sites naturels et coloniser peu à peu les espaces propices ménagés par l'homme. Le chêne pédonculé était aussi parfois préféré au sessile, pour ses branches coudées offrant le bois courbé nécessaire pour les fermes portantes et les vilebrequins. Malheureusement, le pédonculé est une essen-

ce moins plastique, et souffre donc plus souvent de se trouver hors station.

EXIGENCES SYLVICOLES

La sylviculture des chênes fait couler beaucoup d'encre depuis quelques années. De nombreux chercheurs commencent à remettre en question les pratiques anciennes et à rechercher des normes sylvicoles propres à chaque essence et adaptées aux conditions du milieu écologique et du marché. Les chênes, bien que représentant un tiers de la forêt française et presque un cinquième de la forêt wallonne, sont longtemps restés les essences les moins étudiées. Le regain d'intérêt dont ils font l'objet actuellement est la conséquence d'une part d'une prise de conscience de l'importance de leurs différences d'exigences écologiques, et d'autre part de la pression exercée par le marché du bois de plus en plus strict et de la concurrence exacerbée des autres matières premières. Les dépérissements en chênaies, observés depuis une vingtaine d'année de part l'Europe, pointent aussi sévèrement les erreurs du passé et incitent à la réflexion.

Si des tendances communes se dégagent pour les deux chênes, leur sylviculture nouvelle ne néglige pas pour autant de distinguer deux variantes, adaptées aux exigences et potentialités de chacun d'eux.

Le chêne pédonculé

Le chêne pédonculé est une espèce exigeante non seulement pour sa croissance mais aussi pour sa simple survie : il a besoin de plus d'eau, de plus de lumière et de plus d'éléments minéraux que le chêne sessile. Sa grande sensibilité à la concurrence se reflète sur la propreté de son fût (picots, brogues, gourmands...), tandis que sa faible résistance aux sécheresses a été montrée et démontrée*. Alors que le chêne sessile est parfaitement adapté à pousser en futaie, le chêne pédonculé croît mieux en taillis et taillis-sous-futaie où sa couronne dispose de l'éclairement qu'elle réclame. Sa sylviculture en futaie doit nécessairement être plus dynamique. Il accuse une croissance un peu plus rapide que le chêne sessile, mais perd sa faculté de réaction aux éclaircies au-delà de 80 ans, alors que le sessile la conserve jusqu'à 100 ans²⁵⁻²⁶. Il réclame dans son jeune âge une mise en lumière très rapi-

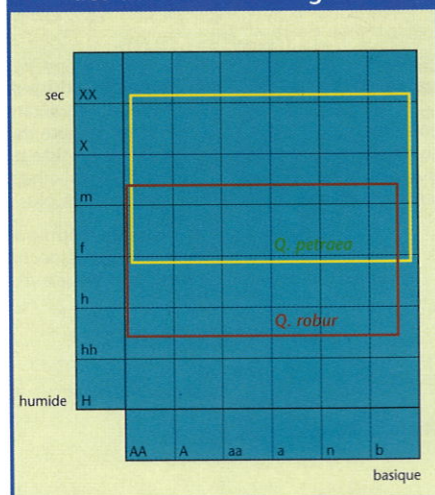
de, plus rapide que pour le chêne sessile²⁷. Une seule coupe secondaire est nécessaire. Les dégagements doivent être intenses et les éclaircies plus précoces et énergiques. Elles aboutissent à un âge d'exploitabilité relativement bas. La sylviculture du chêne pédonculé doit néanmoins être modulée en fonction des conditions stationnelles, appliquant des éclaircies plus fortes quand la fertilité est supérieure et des interventions plus douces sur les stations pauvres. Bien que les situations de rattrapage soient très variables et difficiles à décrire a priori, on peut retenir que les éclaircies devront être d'autant moins brutales que le retard accusé par rapport aux normes²⁵ sera important. Jusque 17-19 mètres de hauteur dominante, on peut espérer récupérer les houppiers étriés par des rotations plus courtes et plus douces. Au-delà, il faudra se résoudre à accepter des densités supérieures, au risque de déstabiliser irrémédiablement et fâcheusement le peuplement²⁵. D'une façon générale, pour les deux chênes, c'est la réserve en eau utile du sol qui semble être en relation directe avec la productivité, tandis que la qualité et la hauteur des grumes seraient sous le déterminisme de la richesse minérale de la station¹⁸. Alors que le bois de chêne pédonculé a un aspect semblable à celui du chêne sessile, sa qualité serait meilleure²⁸. Sa densité et sa rétractibilité sont statistiquement plus faibles, à largeur de cerne donnée²⁸. Il existerait par ailleurs un effet propre de la station sur la densité de son bois : la densité diminuerait – et l'espérance de qualité augmenterait donc – quand la richesse chimique et surtout l'alimentation en eau du sol augmenteraient. Si l'on ne veut pas courir de

risques avec le chêne pédonculé, il faut lui offrir une bonne station et une sylviculture plutôt claire, ce qui conduit naturellement à des cernes plus larges, qu'il serait vain et dangereux de vouloir réduire à tout prix²⁷. L'objectif sylvicole est de produire de gros diamètres, de bonne qualité avec des cernes réguliers de 2,5 à 4 mm selon la fertilité de la station. Cette ambition implique, rappelons-le, des arbres ayant un fût vertical, de fil droit, circulaire, élagué et sans défaut sur une longueur de 8 mètres, avec un houppier bien développé et équilibré pour assurer une croissance radiale soutenue sans excentration et en évitant les gourmands. Il convient encore de souligner que sa présence en un lieu donné n'est pas une preuve d'adaptation à long terme et qu'il ne faut jamais l'entériner sans un examen très critique de la station.

Le chêne sessile

Le chêne sessile est une essence plus rustique, s'accommodant de sols plus pauvres, résistant mieux à la sécheresse, exigeant moins de lumière et tolérant mieux la concurrence. Sa sylviculture peut être moins dynamique et est un peu plus facile que pour le chêne pédonculé, qui ne tolère aucun retard en éclaircies. Il se prête le mieux à la production de bois à accroissements fins et réguliers. Il peut remplacer le chêne pédonculé dans de nombreuses stations où ce dernier s'est installé du fait de son tempérament de pionnier et s'est maintenu en grande partie grâce aux traitements en taillis-sous-futaie. Jusqu'à l'âge de 100 ans, la sylviculture peut toujours viser à rattraper assez rapidement les normes de sylviculture dynamique²⁶. Ce rattrapage sera néanmoins d'autant plus progressif que l'écart avec celles-ci est important, par exemple en 3 à 5 passages à la rotation de 6 ans selon l'écart constaté. Passé ce cap, les risques d'apparition de gourmands augmentent et la réponse en terme de croissance devient incertaine. Il reste néanmoins souhaitable d'infléchir la sylviculture vers une plus faible densité afin de favoriser le développement d'arbres équilibrés, de limiter la compression des houppiers et de permettre le développement du sous-étage. Ceci peut-être obtenu par un raccourcissement sensible de la rotation des coupes,

Figure 3 : Localisation écologique des deux chênes indigènes



* voir bibliographie complète

tout en maintenant des prélèvements normaux afin de ne pas déstabiliser le peuplement ni dégrader sa qualité. Au-delà de 150 ans, le sylviculteur devrait se contenter de coupes sanitaires et d'éclaircies par le bas.

Il arrive fréquemment que chênes sessiles et pédonculés coexistent dans

des peuplements de futaies, qui au demeurant peuvent fournir des produits remarquables²⁷. Bien souvent, dans de tels peuplements, les exigences respectives des deux essences paraissent moins tranchées qu'on ne pourrait a priori le penser. Ces peuplements peuvent être conduits sans

difficulté majeure pour autant que l'on opte pour la sylviculture du chêne pédonculé : le chêne sessile s'accommodera de la faible concurrence, qui l'empêchera d'ailleurs de menacer le pédonculé²⁵.

TABLEAU 4 : « LOCALISATION ÉCOLOGIQUE » DES DEUX CHÊNES

Quercus robur L.		Quercus petraea (MATT.) LIEBL.	
DISTRIBUTION NATURELLE			
- Europe, nord de l'Afrique, Asie mineure ; - espèce eurasiatique subocéanique ; - arbre des grandes plaines et des vallées.		- Europe plutôt occidentale et centrale, Asie Mineure, Caucase ; - espèce européenne à tendance subatlantique ; - arbre d'altitude plus élevée, occupant de préférence plateaux, collines et montagnes moyennes.	
CLIMAT			
- climat plutôt doux - réclame une température moyenne et une chaleur de l'été un peu plus élevées - préfère une atmosphère moyennement humide		- climat plutôt doux - préfère une atmosphère moyennement humide, bien que supporte un air relativement sec dans bien des stations	
- minimum critique : - 44°C - maximum critique : + 45 °C		- minimum critique : - 30°C - maximum critique : + 45 °C	
FACTEURS GÉOMORPHOLOGIQUES			
Altitude : - EXCLUE : > 500 m - TOLÉRÉE : 350-500 m - OPTIMALE : < 350 m		Topographie : - TOLÉRÉE : versant froid ou chaud - OPTIMALE : plaine, certaines situations de plateau, fond de vallée	
Altitude : - EXCLUE : > 500 m - TOLÉRÉE : 350-500 m - OPTIMALE : < 350 m		Topographie : - EXCLUE : fond de vallée - OPTIMALE : plaine, plateau, versant chaud ou froid	
COMPATIBILITÉ AVEC LES TERRITOIRES ÉCOLOGIQUES DE WALLONIE			
- EXCLU : Haute Ardenne - TOLÉRÉ : Ardenne centro-orientale - OPTIMUM : autres		- EXCLU : Haute Ardenne - TOLÉRÉ : Ardenne centro-orientale - OPTIMUM : autres	
STATIONS FORESTIÈRES DE BELGIQUE			
Dans les climats océaniques, humides et frais de l'Europe occidentale où la hêtraie constitue la formation climacique dominante, les chênaies naturelles sont cantonnées dans des stations peu favorables au <i>Fagetum</i>, en raison soit d'un drainage insuffisant du sol (limon et argile hydromorphe), soit d'un excès de sécheresse (rendzines ou rankers), soit enfin à cause de la faible fertilité du sol (chênaies acidophiles sur sols silicieux pauvres). On trouve aussi		l'un ou l'autre chêne dans une gamme d'associations relevant du <i>Carpinion</i> et de l'<i>Alno-Padion</i> (chêne pédonculé) ou du <i>Fagion</i> (chêne sessile), mais ils s'y régénèrent avec beaucoup moins de vigueur que dans le <i>Carpinion betuli</i> et le <i>Quercion roboris-petraeae</i>. On retrouve aussi en région wallonne de grandes étendues de chênaies sur des taillis-sous-futaies de substitution de la hêtraie (<i>Luzulo-Fagetum</i>, <i>Melico-Fagetum</i> et <i>Carici-Fagetum</i>).	
TEMPÉRAMENT			
Stade juvénile : • héliophile strict • le semis doit être mis en lumière rapidement, dès la deuxième année • rustique et conquérant		Stade adulte : • héliophile strict • l'adulte a besoin de place pour une croissance libre sans concurrence aérienne importante	
Stade juvénile : • héliophile tolérant • le semis supporte l'ombrage du couvert un peu plus longtemps (2 à 3 ans)		Stade adulte : • héliophile • l'adulte préfère un éclaircissement direct, mais supporte un couvert relevé pendant les premières années ainsi que des densités plus élevées	
ENRACINEMENT			
- puissant, pivotant, puis oblique et profond - insensible à la compacité - insensible à l'anaérobiose		- puissant, pivotant, puis oblique et profond - insensible à la compacité - insensible à l'anaérobiose temporaire vernale	
EXIGENCES ÉDAPHIQUES			
Aspects hydriques : essence mésophile à hygrophile • gland : souffre moins d'un excès d'eau ; • semis : ne supporte pas de sécheresses momentanées ; • adulte : résiste mal à la sécheresse estivale et tolère bien l'engorgement sur structure argileuse mais pas sur sol sableux, demande un sol frais toute l'année sans rupture d'alimentation en eau. Aspects trophiques : • essence acidocline à basiline ; • assez exigeante.		Aspects hydriques : essence mésophile à tendance xérocline • gland : intolérant à l'hydromorphie de surface ; • semis : tolère mieux les régimes hydriques alternatifs ; • adulte : résiste beaucoup mieux à la sécheresse autant sur sol filtrant que sur sol à nappe d'eau temporaire et supporte une hydromorphie temporaire plus ou moins marquée, plus rustique et plastique. Aspects trophiques : • essence acidocline à basiline ; • moins exigeante, elle supporte les sols plus pauvres et plus superficiels.	
FACTEURS LIMITANTS :			
Substrat : - LIMITANT : - g (caillouteux-rocailloux) - s (de texture Z – matériaux sableux – ou S – matériaux limono-sableux) - w (de texture Z à U – matériaux argileux lourds) - W (argilo-sableux discontinu)			

TABLEAU 4 : « LOCALISATION ÉCOLOGIQUE » DES DEUX CHÊNES (SUITE)

Quercus robur L.

Quercus petraea (MATT.) LIEBL.

FACTEURS LIMITANTS (SUITE) :

■ **Texture :**

TRÈS LIMITANT :

- Z (matériaux sableux)
V (matériaux tourbeux)

LIMITANT :

- S (matériaux limono-sableux)

■ **Drainage :**

TRÈS LIMITANT :

- a (excessif)
g (très pauvre)

LIMITANT :

- b (bon)
i (pauvre – nappe temporaire)

■ **Profil :**

TRÈS LIMITANT :

- e (sol à horizon A chernozémique)
f (sol brun podzolique)
g (podzol)
h (postpodzol)

LIMITANT :

- c (sol lessivé dégradé ou sol podzolique)
d (sol brun méditerranéen)

■ **Profondeur/pierrosité :**

TRÈS LIMITANT : 3*, 3, 4, 5*, 6

■ **Phase particulière :**

LIMITANT :

- (v) (phase à humus paratourbeux)

■ **pH eau (dans l'horizon de surface) :**

EXCLU : < 4 et > 7,5

TOLÉRÉ : 4-4,5

■ **Texture :**

TRÈS LIMITANT :

- U (matériaux argileux lourds)
V (matériaux tourbeux)

LIMITANT :

- Z (matériaux sableux)
S (matériaux limono-sableux)

■ **Drainage :**

TRÈS LIMITANT :

- a (excessif)
f (pauvre – nappe permanente)
g (très pauvre)

LIMITANT :

- e (assez pauvre – nappe permanente)
i (pauvre – nappe temporaire)

■ **Profil :**

TRÈS LIMITANT :

- h (postpodzol)

LIMITANT :

- c (sol lessivé dégradé ou sol podzolique)
e (sol à horizon A chernozémique)
f (sol brun podzolique)
g (podzol)

■ **Profondeur/pierrosité :**

TRÈS LIMITANT : 5*, 6

LIMITANT : 3, 4

■ **Phase particulière :**

TRÈS LIMITANT :

- (v) (phase à humus paratourbeux)

■ **pH eau (dans l'horizon de surface) :**

EXCLU : < 4 et > 7,5

TOLÉRÉ : 4-4,5

ADÉQUATION AUX STATIONS

■ Le chêne pédonculé apprécie :

- les sols fertiles, meubles, profonds, bien approvisionnés en eau, même compacts,
- les sols alluviaux ou les sols hydromorphes à texture fine, mais non sujets à dessiccation facile,
- les sols totalement argileux dès la surface, sains et hydromorphes,
- les sols calcaires ou calcaires colluviaux de bas de pente ou alluviaux de vallée

■ Le chêne pédonculé s'accommode :

- des mêmes sols que le sessile, mais si la réserve en eau est insuffisante, il n'est pas concurrentiel avec ce dernier,
- mieux des sols calcaires frais,
- de pseudogleys mésotrophes, qui sont des sols formés sur argile recouverte de plus de 30 cm de limons et à déficit hydrique faible.

■ Le chêne pédonculé est à exclure :

- des sols acides à très acides,
- des sols filtrants,
- des sols à pseudogley podzolique, qui sont des sols sableux souvent très secs en été.

■ Le chêne sessile apprécie :

- les sols alluviaux à condition qu'ils soient sains,
- les sols argilo-sableux ou sablo-argileux sains,
- les limons sains,
- les sols neutres bien drainés

■ Le chêne sessile s'accommode :

- de sols moins profonds, plus légers, filtrants, plus secs, plus pauvres et plus acides,
- de sols à argiles affleurantes où son système racinaire est capable de trouver des conditions qui répondent à ses exigences (d'où le qualificatif un peu abusif d'argilophyte),
- de tout milieu édaphique capable d'assurer une réserve d'eau suffisante, comme les sols présentant une argile structurée à une profondeur maximale de 60 cm,
- de pseudogleys podzoliques,
- de pseudogleys acides,
- de sols hydromorphes sableux en surface,
- mieux de pseudogleys mésotrophes,
- de sols bruns calcaires,
- de sols acides, sains, épais, limoneux ou sableux

■ Le chêne sessile est à exclure :

- des sols calcaires frais,
- des fonds de vallées inondables.

ASPECTS PHYTOSOCIOLOGIQUES

EXCLU :

- groupe 2 (*Silene nutans*)
groupe 6 (*Asplenium scolopendrium*)
groupe 15 (*Carex pendula* et *Equisetum telmateia*)
groupe 16 (*Cardamine amara*)
TOLÉRÉ : autres groupes

OPTIMUM :

- groupe 5 (*Urtica dioica*)
groupe 7 (*Mercurialis perennis*)
groupe 8' et 8 (*Anemone nemorosa*, *Milium effusum*, *Lamium galeobdolon*)
groupe 9 (*Stellaria holostea*)
groupe 10 (*Oxalis acetosella* et *Athyrium filix-femina*)
groupe 12 (*Ranunculus ficaria*)
groupe 14 (*Filipendula ulmaria*)

EXCLU :

- groupe 6 (*Asplenium scolopendrium*)
groupe 12 (*Ranunculus ficaria*)
groupe 14 (*Filipendula ulmaria*)
groupe 15 (*Carex pendula* et *Equisetum telmateia*)
groupe 16 (*Cardamine amara*)
TOLÉRÉ : autres groupes

OPTIMUM :

- groupe 1 (*Primula veris* et *Carex digitata*)
groupe 3 (*Luzula luzuloides* et *Teucrium scorodonia*)
groupe 8' et 8 (*Anemone nemorosa*, *Milium effusum*, *Lamium galeobdolon*)
groupe 9 (*Stellaria holostea*)
groupe 10 (*Oxalis acetosella* et *Athyrium filix-femina*)
groupe 11 (*Luzula sylvatica*)

SENSIBILITÉS PARTICULIÈRES

■ **Juvenile :**

- neige collante/givre : sensible
- sécheresse : sensible

■ **Adulte :**

- neige collante/givre : sensible
- sécheresse : sensible
- gelées tardives : sensible

■ **Juvenile :**

- neige collante/givre : sensible
- gelées tardives : sensible

■ **Adulte :**

- neige collante/givre : sensible

PARTIE 3 :

SUIVI ET ÉVALUATION DU DÉPÉRISSEMENT EN WALLONIE

RELATIONS AVEC LE DÉPÉRISSEMENT

Après avoir étudié les manifestations générales du dépérissement de part l'Europe, nous venons d'examiner les connaissances relatives aux chênes ainsi que les notions de base de leur sylviculture. Nous pouvons à présent, en connaissance de cause, examiner de manière succincte et critique les aspects du dépérissement sur lesquels le forestier devrait pouvoir agir.

Le premier point sur lequel il convient d'attirer l'attention concerne la distinction des deux chênes, qui sont deux espèces différentes, aux exigences spécifiques. De ces deux essences, c'est le chêne pédonculé qui semble le plus affecté par le dépérissement, que ce soit en Europe occidentale ou en Europe centrale*.

Les facteurs auxquels les deux essences sont particulièrement sensibles semblent être différents, ce qui contribuerait à expliquer la progression différente du dépérissement selon l'espèce concernée²⁹. Alors que c'est aux attaques d'insectes défoliateurs et aux fortes gelées que le chêne sessile semble surtout sensible, ce serait essentiellement suite aux sécheresses et à la cavitation sous-jacente que le chêne pédonculé succomberait.

Si peu d'importance a été accordée à ces aspects jusqu'il y a peu, il est essentiel que les forestiers en tiennent compte à l'avenir. Le chêne sessile et par excellence le chêne pédonculé exigent des stations fertiles, bien alimentées en eau et des peuplements bien éclairés, pour autant que l'on vise des forêts durables, productives et de qualité.

Grâce aux résultats obtenus par CLAES³⁰, de nombreuses directives, en relation directe avec le dépérissement observé en région wallonne, peuvent être détaillées au sujet des exigences particulières des deux chênes indigènes.

Tout d'abord, il semblerait que le taux de défoliation augmente avec l'altitude, particulièrement lorsque l'on dépasse les 350 mètres et pour le chêne pédonculé. Elle pourrait toutefois être compensée par une bonne exposition sud.

Ensuite, la position topographique serait également importante. Le dépérissement du chêne sessile serait plus accentué en bas de versant, alors que le chêne pédonculé résisterait mieux au phénomène sur plateau et en vallée. Les expositions sud et sud-est seraient favorables aux deux chênes. Les soubassements de nature gréseuse et sableuse seraient acceptables pour le chêne sessile, alors que le dépérissement des chênes pédonculés serait plus important sur les substrats de nature perméable (sables, grès ou psammites) ou schisteuse.

La santé des chênaies pédonculées serait meilleure sur les sols humides à très humides, mais pas sur les sols secs, tandis que celle des chênaies sessiliflores serait affectée seulement sur les sols très secs.



Exsudation de mucilage et taches
sombres caractéristiques à la base
d'un tronc de chêne dépérissant.

Tandis que les mullus eutrophes sont propices aux deux chênes – contrairement aux mors – les moders et les moders mulleux, et les mullus mésotrophes profiteraient respectivement mieux aux chênes sessiles et pédonculés. Les pourcentages de défoliation des chênes pédonculés sont les plus élevés pour les groupes écologiques 4 et 3 (groupe *Deschampsia flexuosa* et *Vaccinium myrtillus*, groupe *Luzula luzuloides* et *Teucrium scorodonia*).

La vitalité du chêne sessile est bonne sur sol peu profond caillouteux à texture limono-caillouteuse, limoneuse ou limono-sableuse, mais pas sur argile ou schiste associés à des pseudogleys superficiels ou à des régimes hydriques alternatifs – c'est-à-dire sur des sols à bon drainage, même pauvres. La vitalité du chêne pédonculé est quant à elle meilleure sur sols profonds de texture limoneuse, limono-sableuse, limono-caillouteuse ou sur argile légère, à drainage assez pauvre avec pseudogley à partir de 30 centimètres ou sur un sol brun lessivé.



La desquamation anormale de l'écorce est
fréquemment observée chez les sujets
dépérissants. Sous ces petites plages
d'écorce, on découvre des traces de galerie
d'insectes ou des lésions provoquées par
des oiseaux insectivores.

En fait, il suffit de respecter scrupuleusement les exigences de chacune des essences pour atténuer la gravité du dépérissement. Cette distinction d'essences ne doit cependant pas se limiter à la phase de régénération du peuplement, mais doit s'étendre à toute sa vie au travers du régime et des traitements adoptés.

CLAES⁴⁸ a encore trouvé que les chênaies pédonculées matures de faible densité (autour de 16 m²/ha) présentent les taux de défoliation les plus faibles. Bien que la situation soit moins claire pour les chênaies sessiliflores, il semble que les peuplements mélangés et pas trop denses se portent le mieux. Une plus forte densité pourrait néanmoins être maintenue en chênaies pédonculées pour autant que le mélange des

d'autre part des exportations par drainage, évaporation directe, mais principalement transpiration de la végétation. Sachant cela, le gestionnaire forestier devrait se rendre compte qu'une diminution du nombre de tiges peut aller de paire avec une accentuation des excès d'eau dans le sol. À l'inverse, une maturation et une fermeture du peuplement vont s'accompagner d'une augmentation des besoins en eau. La contrainte hypoxique peut être atténuée par abaissement de l'éventuelle nappe, mais le déficit hydrique estival risque de se voir accru.

Des traitements mal menés peuvent aussi contribuer au dépérissement. Le choix judicieux du mode de régénération, son suivi et les soins cultureux

Le régime adopté est aussi important. Ainsi le traitement séculaire des chênaies en taillis ou taillis-sous-futaie aurait largement contribué à appauvrir les peuplements. BERANOVA³² observe que dans ces peuplements, le système racinaire est largement affaibli et endommagé. Seule la partie superficielle du système, occupant les 20-25 premiers centimètres du sol, serait active. Or c'est justement cette zone qui est la plus soumise aux effets négatifs des « pluies acides » et ainsi la moins favorable au développement des mycorrhizes. De plus, cette répartition du système racinaire ne permet pas toujours d'assurer une alimentation en eau suffisante. BECKER & LÉVY³³ comparent cependant la forêt de Tronçais, traitée en futaie et dépérissante, et la forêt saine de Champroux toute proche de Tronçais et sur sols comparables, mais traitée en taillis-sous-futaie. Ils attribuent cette différence de vitalité au climat plus lumineux et au bilan hydrique plus favorable qui peuvent régner en taillis-sous-futaies, par opposition aux futaies classiques.

La conversion peut aussi être dommageable dans certains cas. On observe clairement aujourd'hui que les futaies sur taillis sont fréquemment victimes de dépérissements¹⁹. Par ailleurs, la conversion d'un taillis ou d'un taillis-sous-futaie en futaie régulière, aboutit à une diminution de la quantité d'eau évapotranspirée. Comme exposé précédemment, la nappe d'eau persiste alors plus longtemps, ne permettant plus que le développement d'un système racinaire très superficiel et conduisant à la mort des racines profondes et à l'affaiblissement de l'arbre¹⁸.

Des travaux d'exploitation mal organisés engendrent des blessures aux racines et troncs d'arbres restants, ouvrant ainsi la porte aux pathogènes et une mécanisation mal ajustée dame le sol, endommage sa structure et les racines proches de la surface.

Les travaux d'amélioration foncière ou de régulation des voies navigables et les fossés de drainage sont également souvent cités, notamment pour avoir engendré des variations importantes des nappes d'eau souterraine.

Il semble que toutes les classes d'âge et de statut social soient atteintes³⁰. La sensibilité des différentes classes d'âge et la dynamique de leur dépérissement ne font néanmoins pas encore l'unanimité. Tantôt les individus atteints le plus brutalement seraient les plus



© Laboratoire d'écologie FUSAGx

essences soit très important et que le peuplement soit jeune. Une densité élevée implique un mélange d'essences le plus riche possible.

Par ailleurs, comme le dit si bien COURRAUD³¹, « le chêne pédonculé, pour être récoltable vivant, doit avoir de la place » et il est capital de se rendre compte que sa sylviculture diffère notablement de celle du chêne sessile. Chaque intervention doit par ailleurs être réfléchie et reconsidérée en fonction des conditions du moment.

Il est temps de prendre conscience que ces conditions sont susceptibles de changer, que ce soit à l'échelle du peuplement ou de la région, voire de la planète. On connaît par exemple la sensibilité des chênes aux fluctuations du bilan hydrique du sol. Or la dynamique de l'eau dans les sols est sous la dépendance d'une part des apports, sous forme essentiellement de précipitations plus ou moins abondantes, et

Sous des conditions normales, chaque arbre élimine une part plus ou moins importante de rameaux inadaptés, mal conformés ou dévitalisés dans la partie inférieure et interne de la couronne. Cependant si cette perte de rameaux (décurtation) se manifeste également au niveau de la partie supérieure du houppier, elle traduit une perte de vitalité de l'arbre.

ultérieurs devraient permettre de favoriser la qualité des sujets et de leur enracinement. L'intensité et la rotation des éclaircies devraient toujours être programmées de manière à éviter d'une part un enherbement des vides et un assèchement néfaste des horizons supérieurs, et d'autre part le sous-développement des cimes, qui par leur compression favoriserait la propagation rapide des parasites et le déclin de ces arbres héliophiles.

Monocultures et peuplements équiennes ne sont pas non plus recommandables.



Présent sous forme latente chez la plupart des arbres, l'Armillaire profite d'une moindre résistance de l'arbre pour se développer, entraînant des dégâts forts importants, réduisant considérablement l'alimentation hydrique et minérale de l'arbre.

jeunes, tantôt ce seraient différentes classes d'âge plus avancées. Force est donc de se rallier à l'avis de BUFFET³⁴, selon qui, il n'est pas possible d'établir de relations entre ces paramètres et le phénomène qui nous occupe. On retiendra cependant l'argument de VARGA³⁵, qui attribue la plus grande sensibilité des individus âgés à leur moindre capacité d'adaptation du système racinaire.

Le potentiel génétique des arbres expliquerait la variabilité de réaction et de sensibilité observée au sein d'un peuplement ou d'une région, ainsi que la répartition des plages de dépérissement². C'est aux sylviculteurs d'observer

et de sélectionner, au cours des générations, les peuplements et les individus les plus résistants, tout en maintenant une large amplitude de phénotypes différents, afin de toujours pouvoir faire face aux pressions de l'environnement changeant.

Enfin, la fertilisation montre certains effets positifs, plus particulièrement sur les peuplements de chênes sessiles, mais n'est pas envisageable comme solution stabilisante du processus à long terme. Cette méthode est à retenir uniquement pour aider le peuplement à survivre à certaines crises.

En conclusion, c'est au niveau des traitements forestiers qu'il faut actuellement mettre l'accent pour enrayer le dépérissement des chênes, faute de pouvoir agir sur les causes primaires, au mécanisme encore mal identifié. Par une gestion adéquate du peuplement,

on évitera les erreurs qui affaiblissent et prédisposent les peuplements et on essayera d'atténuer les effets négatifs des facteurs défavorables extérieurs. Il faudra donc tout d'abord correctement gérer la régénération du peuplement, favoriser l'installation de semis adaptés et surtout être attentif à la qualité génétique des peuplements, en laissant les meilleurs sujets se reproduire et en choisissant judicieusement les provenances, de préférence résistantes au dépérissement. Par exemple, au Danemark, les provenances des Pays-Bas sont actuellement considérées comme davantage sensibles aux maladies fongiques et aux blessures induites par les facteurs climatiques³⁶. Il faut aussi éviter les erreurs sylvicoles, car elles détériorent souvent le sol : les monocultures et les taillis devraient être oubliés pour la production, les soins aux peuplements correctement menés, la structure et la propreté des peuplements suffisamment suivies et les interventions mécaniques soignées. La culture des



chênes devrait être poursuivie uniquement sur les sites appropriés et les éclaircies devraient être temporellement et quantitativement adéquates, sans oublier que la sylviculture du chêne pédonculé doit être plus dynamique. Suivant l'avis de KONTZOG³⁷, on devrait favoriser aussi les coupes sanitaires, visant à éliminer tous les arbres morts ou moribonds, afin de lutter contre l'expansion des *Agrilus* sp.

Cependant, il est clair que les directives sylvicoles, le suivi, la surveillance et même l'identification des peuplements sont parfois défaillants. Héritage du passé, manque de moyens et d'informations : voilà les adversaires contre lesquels il va falloir lutter en

premier lieu si l'on veut « guérir » nos forêts du dépérissement.

En attendant, sans doute naïvement, que quelqu'un trouve la « solution universelle » au dépérissement, chacun doit agir à son niveau pour favoriser au maximum la vitalité et la résistance de nos peuplements. Le forestier doit par exemple agir en réajustant ses interventions en fonction des nouvelles connaissances sylvicoles et écologiques. Il apparaît clair que tous les peuplements ne pourront être sauvés, mais il est peut-être encore temps de sauver l'avenir.

Le recours à d'autres essences, même encore marginales, ne devrait pas être répugné. Face à l'ampleur que prend le dépérissement, il est clair que des changements généralisés vont s'imposer. Et si les sylviculteurs ont de nouvelles épreuves à surmonter, tous les chercheurs de la filière bois seront concernés et amenés à s'atteler aux tâches aussi diverses que sont la sélection d'essences productives vigoureuses ou la recherche de débouchés pour les différents produits ligneux que l'avenir nous imposera de produire.

Le choix des provenances devrait être reconsidéré dans le cadre du dépérissement et veiller surtout à favoriser une diversité génétique maximale. Est-il vraiment pertinent de ne sélectionner que les chênes d'espèces « pures » ou de multiplier quelques écotypes productifs, de quelques stations, choisis sur base de critères, en fin de compte, de rentabilité ?

De plus, la forêt ne devrait pas avoir pour seul objectif la production de bois. Si les gestionnaires des forêts publiques ont dû l'admettre sans compensations directes, les propriétaires privés devraient approfondir le concept et se mettre à développer des sources de revenus parallèles. Nous vivons dans une société que l'on se targue de qualifier de loisirs, où le souci de vivre sainement prend de plus en plus d'importance. Voilà des orientations à approfondir, qui devraient permettre aux forêts de gagner en biodiversité et vitalité !

Enfin, pour terminer sur une note plus sombre à l'instar du dépérissement actuel, il faut admettre que nos belles forêts ne sont, à l'origine, que des cultures d'arbres. Est-il alors normal qu'il soit parfois si pénible de retrouver des traces du passé des peuplements forestiers ? Tout comme il est impensable qu'un éleveur ne sache d'où viennent

CLÉ DE VITALITÉ

Cette clé à deux variantes (phénophase défeuillée et feuillée) a pour but l'évaluation de la vigueur des chênes indigènes. Elle se fonde essentiellement sur l'architecture du houppier de ces arbres, qui en reflète le mieux la vitalité, c'est-à-dire leur potentiel de croissance ou leur capacité à entrer en compétition avec d'autres arbres ainsi qu'à régénérer une couronne endommagée.

Les huit classes définies sont en réalité quatre groupes dans lesquels on distingue à chaque fois une variante plus ou moins optimiste. Elles sont numérotées de 1 à 8, et vont dans le sens d'une vitalité décroissante.

Il convient de nuancer le verdict des arbres rangés dans ces différentes classes et ce, sur base de la présence et du degré de développement des rejets. Au-delà de la classe 4, où les arbres présentent un faciès d'arbre dévitalisé, il est nécessaire de tenir compte de ces rejets. Si aucun rejet n'a été formé, c'est que l'arbre est en train de dépérir sans trouver la force de réagir. Son avenir est pour le moins menacé. Si l'arbre a développé des rejets, sa vigueur sera estimée d'autant meilleure que ceux-ci seront nombreux et développés. Le cas extrême est celui du rabattement de cime ou de la couronne secondaire. C'est alors au forestier à savoir vers quelle production il veut tendre et si la dépréciation de la grume est acceptable.

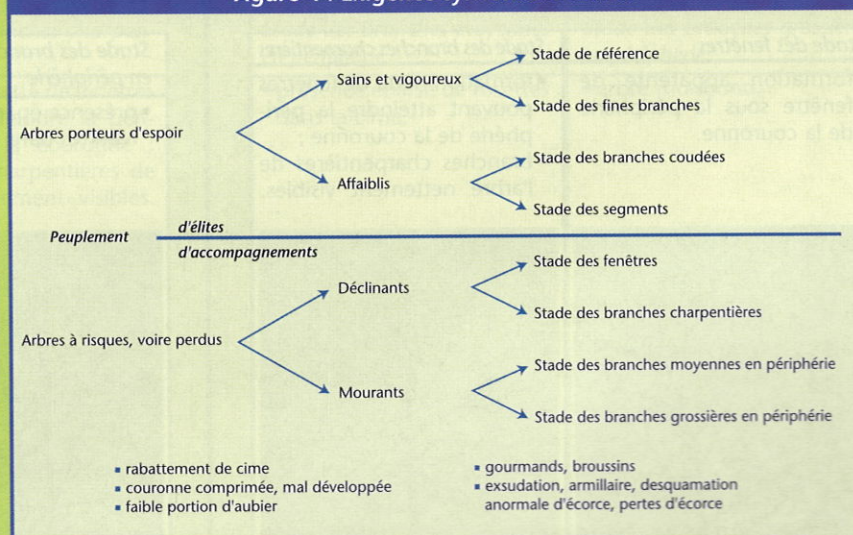
En plus de la structure de la ramification de l'arbre, l'évaluateur peut tenir compte d'autres symptômes.

Au niveau du tronc, la présence d'exsudations de mucilages et de taches sombres, les lésions, les déformations, les desquamations anormales de l'écorce par petites plaques superficielles et les traces de galeries d'insectes, le développement d'armillaire, le rabattement de cime ou le développement de broussins sont autant de signes liés à la perte de vitalité de l'arbre dont il convient de tenir compte.

La défoliation et la décoloration, qui sont deux critères traditionnellement observés lors des inventaires phytosanitaires n'ont pas été explicitement retenues. S'ils peuvent souligner le déséquilibre et les irrégularités du houppier, ces critères ne traduisent pas systématiquement une perte de vitalité à long terme. De plus la difficulté et la subjectivité de leur évaluation, les relèguent parmi les symptômes accessoires de cette clé de vitalité, pour laquelle nous avons retenu autant que possible des critères abordables, non-destructifs, faciles d'estimation, efficaces et applicables dans une large gamme de situations et de scénarios de dépérissement.

Cette clé s'appuie sur de nombreuses références reprises dans la bibliographie complète disponible à la rédaction de Forêt Wallonne.

Figure 4 : Exigence sylvicole et vitalité



CLÉ DE VITALITÉ EN L'ABSENCE DE FEUILLES

PHASE D'EXPLORATION : ARBRE SAIN ET VIGOREUX

- pousses latérales et terminales longues ;
- bourgeons nombreux
- ramifications étagées et denses ;
- fines branches à croissance linéaire rectiligne ;
- bon développement horizontal et vertical de la couronne pour toutes les classes de diamètres ;
- les différents segments de la couronne ne peuvent être distingués de part la perfection du réseau de fines branches.

Stade de référence	Stade des fines branches
• périphérie de la couronne ronde, compacte, fermée et uniforme.	• périphérie de la couronne à bord sinueux ou ondulé ; • présence ou pas de rejets sur les branches charpentières.



PHASE DE DÉGÉNÉRATION : ARBRE AFFAIBLI

- pousses courtes ;
- détérioration de la croissance horizontale, la structure du houppier devient davantage orientée verticalement ;
- perte de l'étagement des pousses annuelles : formation de « lances » ;
- périphérie de la couronne inégale et accidentée ;
- la couronne commence à se diviser ;
- croissance en coude et tortueuse des fines branches comme le résultat d'une décurtation plus importante ;
- irrégularité dans la succession des diamètres de branches et rameaux.

Stade des branches coudées	Stade des segments
• premiers signes de décurtation excessive ; • présence ou pas de rejets sur les branches charpentières.	• décurtation davantage prononcée ; • incisions nettes dans la périphérie, isolant chacun des segments de la couronne ; • présence ou pas de rejets sur les branches charpentières.



PHASE DE STAGNATION : ARBRE DÉCLINANT

- développement des quelques bourgeons latéraux des pousses très courtes, donnant l'aspect de rosettes ou d'amas statiques de pousses, ou développement du bourgeon apical uniquement donnant des pousses courtes sans ramifications, rappelant des griffes ;
- portion de plus en plus faible de fines branches dans la partie supérieure du houppier ;
- dissolution de la périphérie de la couronne ;
- croissance tortueuse accusée ;
- absence sporadique du bourgeon terminal.

Stade des fenêtres	Stade des branches charpentières
• formation apparente de fenêtre sous la périphérie de la couronne.	• formation nette de fenêtres pouvant atteindre la périphérie de la couronne ; • branches charpentières de l'arbre nettement visibles.



PHASE DE RÉSIGNATION : ARBRE MOURANT

- généralisation de l'absence de bourgeons terminaux et de rameaux en « griffes » ;
- raréfaction à disparition de fines branches à la périphérie de la couronne.

Stade des branches moyennes en périphérie	Stade des branches grossières en périphérie
---	---

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • présence éparse de rosettes dans la cime. | <ul style="list-style-type: none"> • arbre moribond ; • condamné en l'absence de rejets. |
|---|--|



Non observé

CLÉ DE VITALITÉ EN PRÉSENCE DE FEUILLES

PHASE D'EXPLORATION : ARBRE SAIN ET VIGOREUX

- la couronne apparaît comme une masse pleine et opaque ;
- la périphérie de la couronne est régulière et fermée ;
- le réseau de ramification est complet et dense ;
- les différents segments et rameaux ne peuvent être distingués individuellement ;
- feuilles régulièrement réparties dans la masse du houppier.

Stade de référence	Stade des fines branches
périphérie de la couronne ronde, compact, fermée et uniforme.	périphérie de la couronne à bord sinueux ou ondulé.
	

PHASE DE DÉGÉNÉRATION : ARBRE AFFAIBLI

- périphérie de la couronne inégale et accidentée ;
- la couronne commence à se diviser ;
- détérioration du réseau de ramifications, la croissance horizontale s'atténue, la structure des rameaux devient davantage orientée verticalement ;
- feuilles réparties suivant des axes verticaux (rameaux en « lances »).

Stade des branches coudées	Stade des segments
apparition de petites trouées dans la couronne.	incisions nettes dans la périphérie, isolant chacun des segments de la couronne.
	

PHASE DE STAGNATION : ARBRE DÉCLINANT

- dissolution de la périphérie de la couronne ;
- portion de plus en plus faible de fines branches dans la partie supérieure du houppier ;
- feuilles agglomérées en petits amas autour des branches principales ou isolées à l'extrémité de pousses défeuillées, formant de « petits palmiers » ;
- présence sporadique de pousses terminales non feuillées, rappelant des « griffes ».

Stade des fenêtres	Stade des branches charpentières
formation apparente de fenêtres sous la périphérie de la couronne.	- formation nette de fenêtres pouvant atteindre la périphérie de la couronne ; - branches charpentières de l'arbre nettement visibles.
	

PHASE DE RÉSIGNATION : ARBRE MOURANT

- généralisation de l'absence de feuilles à l'extrémité des pousses terminales, rappelant des « griffes » ;
- raréfaction à disparition des feuilles à la périphérie de la couronne et au sein même de la couronne.

Stade des branches moyennes en périphérie	Stade des branches grossières en périphérie
présence éparse de rosettes dans la cime.	arbre moribond.
	

ses vaches, quel est leur âge, leur nombre ou leur race, il est inadmissible de laisser végéter des arbres pour les redécouvrir tous les 6 ou 12 ans lors d'éclaircies-récoltes ! Cette caricature plaide en faveur d'un meilleur suivi des peuplements et des stations. On a tort de croire que « la nature fait bien les choses ». L'homme a substitué aux forêts climaciques des peuplements artificiels, qu'il agresse en permanence par ses pollutions diverses et ses exploitations. Les chênes, de surcroît, sont des essences exigeantes et incapables de se maintenir seules dans les conditions où l'homme les a placées. Le déficit de régénération noté depuis le début du siècle³⁸ en est une preuve retentissante. Aujourd'hui on se retrouve face à des chênaies vieilles et dépérissantes et on ne comprend pas...

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le dépérissement des chênes n'est pas un phénomène nouveau en Wallonie. Néanmoins la fréquence de son apparition et l'intensité de son expression au cours de ces deux dernières décennies ont ébranlé bon nombre de forestiers – et de peuplements. En particulier, l'appel de détresse émis en 1999 par cinq cantonnements forestiers, Aywaille, Beauraing, Habay-la-Neuve, Verviers et Thuin, reflète l'inquiétude et l'angoisse générale, même si le phénomène ne semble pas avoir progressé cette année. La crainte d'une maladie, comme facteur primaire, semble pouvoir être écartée, et les changements de climat actuels au moins partiellement incriminés. Ceci ne doit cependant pas délivrer nos consciences, car ces événements révèlent en réalité un mal bien plus profond et bien plus ancien : des pratiques sylvicoles inadaptées et communes à deux essences distinctes et parfois, un manque de suivi des peuplements ! La situation a été analysée sur trois des cantonnements susmentionnés et différentes hypothèses et propositions ont été émises. La nécessité absolue d'une réorientation de la sylviculture des chênes est d'ores et déjà apparue. Une sylviculture dynamique s'impose sous la pression des exigences du marché et des essences, et sous la menace des conditions changeantes du milieu, qu'on ne peut atténuer qu'en diminuant les révolutions. La priorité doit

aller vers une régularité de cernes, qu'il faudra assurer par des interventions réfléchies et adaptées à la vigueur du peuplement, mais aussi à la station. Il semble impératif de chercher à mieux suivre et comprendre le milieu, de manière à prédire et anticiper ses variations. Le développement d'un houppier ample et équilibré doit être un souci permanent, gage de qualité, croissance, vigueur et résistance maximales. Le choix de l'essence à régénérer ou à maintenir doit tenir compte des objectifs fixés, des moyens disponibles, des conditions du milieu et des exigences spécifiques. Il semble raisonnable de préférer le chêne sessile pour la production de bois de très haute qualité, vu sa meilleure capacité de développement en futaie, sa croissance plus lente et ses exigences moindres.

Si nous ne savons pas comment lutter efficacement contre le dépérissement actuel, nous pouvons cependant travailler dès à présent à renforcer nos peuplements d'avenir. Parmi les recommandations sylvicoles sur lesquelles nous avons insisté, le souci de renforcer la diversité génétique de nos peuplements – bouclier face aux agressions variées auxquelles sont soumis les peuplements au cours de leur existence – ne devrait pas être minimisé. Nous pensons en outre qu'il serait intéressant d'approfondir nos connaissances relatives à la morphologie et aux exigences des individus intermédiaires, afin de ne plus les écarter systématiquement des régénérations. Il semblerait que nos chênes indigènes dérivent d'une unique essence qui se serait scindée en écotypes – devenus essences (*ecospecies*) – adaptés à deux types de milieu. Or l'environnement change, et il faudrait être certain que nous ne sommes pas en train d'éliminer des écotypes nouveaux adaptés au monde à venir. De plus, la mosaïque de conditions écologiques inhérente à de nombreuses stations demande peut-être des essences à exigences moins marquées et plus souples.

Les perturbations dont sont victimes nos chênaies, notamment, et l'attention qu'elles suscitent ne doivent pas nous faire perdre de vue que la culture des chênes est délicate et rentable seulement dans la mesure où les plus hautes qualités sont visées. Après avoir remis en question les essences cultivées et la disponibilité des ressources du milieu, il faut aujourd'hui évaluer

l'ampleur des dégâts liés au dépérissement et juger si le peuplement restant vaut la peine d'être maintenu tel quel. Pour ce faire, nous avons défini une clé de vitalité à deux variantes (phénophase défeuillée et feuillée). Contrairement aux classifications précédemment définies, notre clé a cherché à évaluer la vitalité à long terme des arbres, c'est-à-dire leur potentialité de croissance ou leur capacité d'entrer en compétition avec d'autres arbres ainsi qu'à régénérer une couronne endommagée. Les classes ont été établies sur base de la structure de la couronne des arbres.

Les résultats obtenus devraient contribuer à orienter les opérations de martelage menées en dehors de la saison de végétation, ainsi que la désignation des arbres des peuplements d'avenir. Ils offrent aussi un nouvel outil d'évaluation de la vitalité des chênaies wallonnes – outil que nous croyons fiable et facile d'utilisation. À l'instar des dégâts de gibier dont l'importance est mesurée lors des inventaires des massifs forestiers wallons, l'ampleur du dépérissement mériterait d'être considérée lors de l'état des lieux des ressources ligneuses de la Wallonie, dans la mesure où le dépérissement menace la productivité et l'équilibre de nos forêts. Seule une surveillance rapprochée et continue de nos forêts nous permettra à l'avenir de comprendre les défaillances de nos écosystèmes et nous offrira les moyens de les prévenir ou de les guérir. Depuis le début des années '80, des forestiers consciencieux ont signalé des pertes de vitalité anormales en chênaies. Des appels ont encore été émis autour de 1990. En 1999, cinq cantonnements alertent la Région wallonne face au nombre exorbitant d'arbres dévitalisés ou morts en l'espace d'un hiver ! En août 2000, l'explosion du dépérissement des hêtres fait la une des journaux. Que nous réservent les années futures ? Quelles seront les prochaines essences – négligées ou surestimées – que nous verrons dépérir ainsi ? Que sera la production forestière à l'avenir ?

Une certitude clôturera cet article : le besoin imminent et accru de solutions et propositions pour tous les gestionnaires désemparés qui doivent faire face à ces changements. Des pistes ont été dégagées, ainsi que quelques outils, qui devraient permettre de poursuivre la réflexion sur cette question urgente. ■

Bibliographie

- ¹ MALAISSE F., BURGEON D., DEGREEF J., DEOM B., VAN DOREN B. [1993]. Le dépérissement des chênes indigènes en Europe occidentale, Note 1 : Symptômes de perte de vitalité – Fiche technique n°2. *Belg. Journ. Bot.* 126 (2) : 191-205.
- ² MALAISSE F., MAUDOUX J.-F., DEGREEF J., BURGEON D. [1993]. Vitalité des chênes indigènes en Région Wallonne au cours de l'été 1992. *Silva Belgica* 100 (1) : 23-26.
- ³ LAURENT C. [2000]. *Rapport sur l'inventaire de l'état sanitaire des forêts en Région wallonne en 1999*, rapport distribué aux agents forestiers de la DNF.
- ⁴ MANION P. D. [1981]. *Tree disease concepts*. Englewood Cliffs N. J., Prentice Hall, 324p.
- ⁵ DUPOUEY J.-L., FOUGÈRE V., KREMER A. [1990]. Variabilité génétique des chênes sessile et pédonculé estimée à l'aide de marqueurs morphologiques et moléculaires. *Rev. For. Fr.* XLII (2) : 198-203.
- ⁶ HERZOG S. [1994]. *Genetic variation within and differentiation between European oak populations. Inter- and intra-specific variation in European oaks : Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop Brussels, 15-16 June 1994. European Commission : 101-116.
- ⁷ GRANDJEAN G., SIGAUD P. [1987]. Contribution à la taxonomie des chênes du Berry. *Ann. Sci. For.* 44 (1) : 35-66.
- ⁸ KISSLING P. [1980]. Clef de détermination des chênes méditerranéens. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 90 (1/2) : 29-4.
- ⁹ BACILIERI R., DUCOUSO A., KREMER A. [1994]. *Interspecific hybridization in a mixed Q. petraea and Q. robur oak stand. Inter- and intra-specific variation in European oaks : Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop Brussels, 15-16 June 1994. European Commission : 89-96.
- ¹⁰ RUSHTON B. S. [1993]. Natural hybridization within the genus *Quercus* L. *Ann. Sci. For.* 50 (suppl 1) : 73-90.
- ¹¹ ZANETTO A., ROUSSEL G., KREMER A. [1994]. *Interspecific differentiation between Quercus robur L. and Quercus petraea (MATT.) LIEBL. assessed with allozymes. Inter- and intra-specific variation in European oaks : Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop Brussels, 15-16 June 1994. European Commission : 19-38.
- ¹² AAS G. [1993]. Taxonomical impact of morphological variation in *Quercus robur* and *Quercus petraea* : a contribution to the hybrid controversy. *Ann. Sci. For.* 50 (Suppl 1) : 107-113.
- ¹³ DUPOUEY J.-L., BADEAU [1993]. Morphological variability of oaks (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL., *Quercus pubescens* WILLD.) in northeastern France : preliminary results. *Ann. Sci. For.* 50 (Suppl 1) : 35-40.
- ¹⁴ DUPOUEY J.-L., BADEAU V., LE BOULER H. [1994]. *Genealogy of european white oaks (Quercus petraea (MATT.) LIEBL., Quercus pubescens WILLD., Quercus robur L.). Environmental constraints and oaks : Ecological and physiological aspects*. Abstracts, August 29 – September. Centre National de Formation Forestière, Velaine en Haye. INRA – IUFRO – Eurosila 159p : 150.
- ¹⁵ KLEINSCHMIT J., EISNER G., SCHLUMS K. [1994]. *Interspecific variation between Quercus robur and Quercus petraea for leaf morphological traits. Inter- and intra-specific variation in European oaks : Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop Brussels, 15-16 June 1994. European Commission : 4-16.
- ¹⁶ KLEINSCHMIT J. R. G., BACILIERI R., KREMER A., ROLOFF A. [1995]. Comparison of Morphological and Genetic Traits of Pedunculate Oak (*Q. robur* L.) and Sessile Oak (*Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). *Silvae Genetica* 44, Heft 5-6, 256-269.
- ¹⁷ STEINHOFF S. [1993]. Results of species hybridization with *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. *Ann. Sci. For.* 55 (Suppl. 1) : 137-143.
- ¹⁸ BARY-LENGER A., NEBOUT J.-P. [1993]. *Le Chêne. Les chênes pédonculé et sessile en France et en Belgique*. *Ecologie – Economie – Histoire – Sylviculture*. Perron Allier-Liège, 603p.
- ¹⁹ LÉVY G., LEFÈVRE Y., BECKER M., FROCHOT H., PICARD J.-F., WAGNER P. A. [1999]. Les excès d'eau : influence sur la croissance des chênes. *Rev. For. Fr.* 2 : 151-161.
- ²⁰ KRAHL-URBAN J. [1959]. *Die Eichen*. Hambourg et Berlin.
- ²¹ OLSSON U. [1975]. A morphological analysis of phenotypes in populations of *Quercus* (Fagaceae) in Sweden. *Bot. Notiser*, 128 : 55-68.
- ²² RUSHTON B. S. [1979]. *Quercus robur* and *Quercus petraea* (...). 2 The geographical distribution of population types, *Wastonia*, 12 : 209-224.
- ²³ KISSLING P. [1983]. Les chênaies du Jura central suisse. *Mémoires de l'Institut fédéral de Recherches forestières* 59 (3) : 437.
- ²⁴ JENSEN J. S. [1993]. Variation of growth in Danish provenance trials with oaks (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL.). *Ann. Sci. For.* 50 (Suppl. 1) : 203-207.
- ²⁵ DUPLAT P. [1996]. Sylviculture du chêne pédonculé. ONF – *Bulletin technique* 31 (Octobre) : 15-19.
- ²⁶ JARRET P. [1996]. Sylviculture du chêne sessile. ONF – *Bulletin technique* 31 (Octobre) : 21-28.
- ²⁷ LAFOUGE R. [1990]. Sylviculture comparée du chêne rouvre et du chêne pédonculé dans les forêts gérées par l'office national des forêts. *Rev. For. Fr.* XLII (2) : 269-279.
- ²⁸ NEVEU G. [1990]. Les facteurs influençant la qualité du bois de chêne (chêne rouvre et chêne pédonculé). *Rev. For. Fr.* XLII (2) : 128-133.
- ²⁹ NAGELEISEN L.-M. [1994]. Dépérissement actuel des chênes. *Rev. For. Fr.* 5 : 504-511.
- ³⁰ CLAES V. [1998]. *Influence des facteurs mésoclimatiques sur le dépérissement des chênes indigènes (Quercus robur L. et Quercus petraea (MATTUSCHKA) LIEBLIN) en Région Wallonne*. Diplôme d'études approfondies. Fac. Sc. Agr. Gembloux, 59p.
- ³¹ COURRAUD D. [1987]. Les gourmands sur les chênes « rouvre » et « pédonculé ». *Forêt-Entreprise* 45 (juillet-août) : 20-33.
- ³² BERANOVA J. [1989]. Ekologické souvislosti odumírání dubu. *Lesnická práce* 9 : 411-412.
- ³³ BECKER M., LÉVY G. [1990]. Le point sur l'écologie comparée du chêne sessile et du chêne pédonculé. *Rev. For. Fr.* XLII (2) : 148-154.
- ³⁴ BUFFET M. [1983]. Le dépérissement du chêne en forêt soumise. *Rev. For. Fr.* 3 : 199-204.
- ³⁵ VARGA F. [1991]. *Health condition of stands in Hungary*. Proceedings of an International Symposium. Oak decline in Europe, May 15-18 1990, Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, Kórnik, Pologne. Siwecki R., Liese W. Eds. 360p : 45-48.
- ³⁶ DALSGAARD M., HANSEN K., BILDE JØRGENSEN B., NORIE J., RAVIN H. P., SVEJGAARD J., THOMSEN I. M. [1999]. *Oak Health in Denmark (abstract)*. Program & abstracts of the International Conference « Recent advances on oak health in Europe » 22-24 Nov. 99, Warsaw, Poland. Forest Research Institute, European Forest Institute : 12-14.
- ³⁷ KONTZOG H.-G. [1999]. *Current state of health of oaks in Saxony-Anhalt (abstract)*. Program & abstracts of the International Conference « Recent advances on oak health in Europe » 22-24 Nov. 99, Warsaw, Poland. Forest Research Institute, European Forest Institute : 19-20.
- ³⁸ BAUTEUX P. [1991]. Le chêne – Hier, Aujourd'hui, Demain (2^e partie). *Forêt Wallonne* 10 : 13-24.
- ³⁹ POSKIN A. [1934]. *Le chêne pédonculé et le chêne rouvre – leur culture en Belgique*. Gembloux, Jules Duculot, 283p.
- ⁴⁰ BECKER M., LÉVY G. [1983]. Le dépérissement du chêne, les causes écologiques. Exemple de la forêt de Tronçais et premières conclusions. *Rev. For. Fr.* 35 (5) : 341-356.
- ⁴¹ SEVRIN E. [1997]. *Les chênes sessile et pédonculé. Les guides du sylviculteur*. Institut pour le développement forestier, Paris. 96p.
- ⁴² DELATOUR W., WERNER B. [1997]. *Sylviculture des chênes – cours de sylviculture appliquée*, Syllabus. Gembloux, 41p.
- ⁴³ COCHARD H., BREDA N., GRANIER A., AUSSENAC G. [1993]. Vulnerability to air embolism of three European oak species (*Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Q. robur*). *Ann. Sci. For.* 49 : 225-233.
- ⁴⁴ LÉVY G., DELATOUR C., BECKER M. [1994]. Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France, point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. *Rev. For. Fr.* 5 : 495-503.
- ⁴⁵ TIMBAL J., AUSSENAC G. [1996]. An overview of ecology and sylviculture of indigenous oaks in France. *Ann. Sci. For.* 53 : 649-661.
- ⁴⁶ DELATOUR C. [1983]. Les dépérissements de chênes en Europe. *Rev. For. Fr.* 35 (4) : 265-282.
- ⁴⁷ GAHOUC D., DUTRECOQ A. [1990]. Le dépérissement du chêne. *Forêt Wallonne* 7 : 3-8.
- ⁴⁸ LAVARENNE-ALLARY S. [1965]. Recherches sur la croissance des bourgeons de chênes et de quelques autres espèces ligneuses. *Ann. Sci. For.* XXII (1) : 1-203.
- ⁴⁹ HALLÉ F., OLDEMAN R. A. A. [1970]. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson, Paris, 178p.
- ⁵⁰ CRABBE J. [1987]. *Aspects particuliers de la morphogénèse caulinaire des végétaux ligneux et introduction à leur étude quantitative*. I.R.S.I.A., Gembloux, 116p.
- ⁵¹ DRENOU CH. [1994]. *Approche architecturale de la sénescence des arbres. Le cas de quelques Angiospermes tempérées et tropicales*. Thèse de doctorat. Université Montpellier II – Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 247p.
- ⁵² ROLOFF A. [1989]. Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten (résumé en anglais). J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main : 224-226.
- ⁵³ BARTHÉLÉMY D., CARAGLIO Y. [1991]. Modélisation et simulation de l'architecture des arbres. *Forêt-Entreprise* 73 : 28-39.
- ⁵⁴ RUBTSOV V., UTKINA I. A. [1991]. *Impact of a spring defoliator on Common Oak. Forest Insect Guilds : Patterns of Interaction with Host Tree*. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-153, Baranchikov Y.N., Mattson W.J., Hain E.P. and Payne T.L. eds : 207-201.
- ⁵⁵ MISSON L. [1998]. *Méthode harmonisée pour l'évaluation de l'état sanitaire des couronnes*. Unité des Eaux et Forêts FSAUL, Louvain-la-Neuve.
- ⁵⁶ RUBTSOV V. V., UTKINA I. A., MOLCHANOV A. G., ZHIRENKO N. G. [1999]. *Growth and physiological reactions of common oak (Quercus robur L.) for defoliation of different rate and repeatness. Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*. Proceeding of the Second Workshop of IUFRO Working Party 7.01.10, 20-23 Avril, Sion-Château-neuf, Switzerland : 264-265.
- ⁵⁷ HERTEL H., ZASPEL I. [1996]. Investigations on vitality and genetic structure in oak stands. *Ann. Sci. For.* 53 : 761-773.
- ⁵⁸ EUROPEAN COMMISSION [1999b]. *État des forêts en Europe. Rapport de synthèse 1999*. CEE/NE – CE, Genève et Bruxelles. 31p (annexes).
- ⁵⁹ DMYTERKO E., BRUCHWALD A. [2000]. *Methodical grounds for assessing damage to oak stands. Recent Advances on Oak Health in Europe*. Osżako T. and Delatour C. Forest Research Institute, Warsaw. (Epreuve).
- ⁶⁰ NAGELEISEN L.-M. [1993]. Les dépérissements d'essences feuillues en France. *Rev. For. Fr.* 6 : 605-620.
- ⁶¹ ROLOFF A. [1991]. Crown morphology as a tool to determine tree vitality. *L'ARBRE. Biologie et Développement*. C. Edelin ed. – *Naturalia Monspeliciensia* h.s. : 115-126.

Une bibliographie plus complète peut être obtenue en contactant la rédaction de Forêt Wallonne.