

Cette rubrique est dirigée par

L. LANIER

Ingénieur en chef du G.R.E.F.

Professeur à l'École nationale
du Génie rural, des Eaux et des Forêts

14, rue Girardet
54042 NANCY CEDEX



biologie
et forêt

LES AFFECTIONS DE L'ÉCORCE CHEZ LE HÊTRE

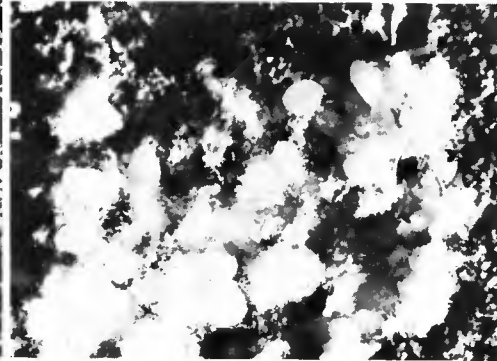
R. PERRIN

Le Hêtre, deuxième essence française par son étendue, est une espèce fondamentale dans la partie nord de la France. Arbre de futaie par excellence, il est l'objet d'une sylviculture de plus en plus intensive et son utilisation en bois d'œuvre, en particulier en déroulage, a beaucoup progressé ces dernières années. Parmi les nombreuses maladies qui peuvent atteindre cette essence tout au long de son développement, ce sont incontestablement les affections de son écorce qui sont les plus dommageables, les plus fréquentes et les plus actuelles.

Qu'elles soient d'origine parasitaire ou abiotique, ces affections provoquent la destruction localisées de l'écorce, origine de graves défauts du bois, ou aboutissent à la mort de l'arbre. La gravité de ces maladies résulte de la fragilité d'une écorce, dépourvue de véritable rhytidome, lisse, de couleur grise et à la structure anatomique particulière : des rayons libériens sclérifiés, en saillie dans l'écorce, forment des structures rigides entravant le processus de cicatrisation, suite à un dommage quelconque (Braun, 1976).

Certains symptômes, non spécifiques, mais communs aux différentes altérations, compliquent l'établissement d'un diagnostic et sont, dans la pratique, à l'origine de confusions entre les différentes affections. Or, leurs causes comme leurs conséquences et leurs évolutions souvent très différentes et perceptibles à travers des syndromes caractéristiques, impliquent un comportement du gestionnaire, des interventions, voire des prévisions d'aménagement spécifiques. Il est donc essentiel de reconnaître et de distinguer les quatre affections dont l'écorce des hêtres adultes peut être victime :

— *La maladie de l'écorce du hêtre*, à l'origine d'un dépérissement très préjudiciable



dans toute l'Europe. Bien qu'ayant donné lieu à une récente synthèse * cette maladie mérite un bref rappel à des fins de comparaison.

— *La plaie chancreuse*,
 puis deux événements d'origine abiotique :

- *La maladie du « T »*.
- *La dessiccation de l'écorce*, marquant une lente agonie du hêtre à la suite de certaines circonstances.

LA MALADIE DE L'ÉCORCE DU HÊTRE

Le syndrome caractéristique

Ce phénomène parasitaire complexe fait intervenir en premier lieu une cochenille, *Cryptococcus fagisuga* Lind. Elle se révèle sur le tronc et les branches maîtresses par les filaments cireux qu'elle élabore pour sa protection, formant de minuscules points blancs souvent en lignes verticales dans les fissures de l'écorce. Avec les pullulations de l'insecte, les masses flo-

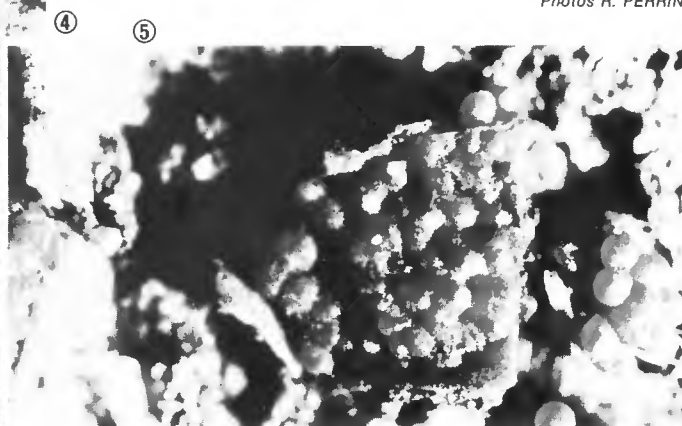
* Cf. Revue forestière française, volume XXIX, n° 2, 1977, p. 101-126.



Photos 1 à 5

- ① La cochenille est parfois si abondante que les cires forment un revêtement blanc continu du tronc, repérable à distance.
- ② Au-dessous des cires, on découvre l'insecte ovoïde, jaune à jaune orangé, en colonies réunissant souvent de nombreuses cochenilles au même point.
- ③ Les cires de la cochenille, en se dégradant, forment des plages noires sur l'écorce. Ce symptôme est la première indication de la présence de *Nectria coccinea* dans les tissus corticaux.
- ④ Une exsudation brun noirâtre trahit une nécrose de l'écorce et marque un stade généralement irréversible de la maladie de l'écorce du hêtre.
- ⑤ De nombreux périthèces rouges, groupés dans les rides de l'écorce altérée, assurent la production de nombreuses ascospores, sources d'infection pour les arbres porteurs de cochenilles alentour.

Photos R. PERRIN.



conneuses blanches plus nombreuses deviennent coalescentes, formant alors un revêtement très visible souvent limité à une face du tronc (Photo 1). Il est particulièrement apparent au début de l'automne. Sa faible adhérence permet son élimination par simple frottement, découvrant groupés en colonies généralement immobiles, les insectes ovoïdes, jaune orangé, et de petite taille (0,5 à 1 mm) (Photo 2).

Le symptôme suivant est plus délicat à entrevoir. Il consiste en portions d'écorce où les cires se dégradent et noircissent, formant des plages grisâtres contrastant avec le reste de l'écorce encore recouverte de cires blanchâtres (Photo 3). Les tissus corticaux sous-jacents, envahis par un champignon ascomycète, *Nectria coccinea*, ne conviennent plus à la nutrition de l'insecte qui régresse et n'assure pas de ce fait un renouvellement des cires. Ce symptôme précède de peu l'apparition généralement printanière d'un suintement brun noirâtre, parfois fugace, correspondant à l'exsudation de sève oxydée, siège d'une intense activité bactérienne (Photo 4). On retrouve ce suintement chaque fois que l'écorce a perdu son intégrité de structure, chez le Hêtre, à la suite de diverses circonstances mais aussi chez d'autres essences, indiquant le manque total de spécificité de cette manifestation. A ce stade la nécrose corticale est déjà très avancée, atteignant le cambium, marquant une évolution irréversible. Par la suite l'écorce desséchée se détache par larges plaques, laissant apparaître le bois déjà altéré par les insectes xylophages et les champignons lignivores. L'écorce, dans cet état, est porteuse de nombreux périthèces rouge vif à rouge sombre (Photo 5), qui produisent toute l'année, à profusion, des spores assurant la dissémination du champignon parasite.

Les travaux expérimentaux les plus récents ont révélé le rôle primordial de l'organisme primaire qu'est la cochenille (Perrin 1979, Lonsdale 1979). Celle-ci favorise l'activité destructrice du parasite de faiblesse *Nectria coccinea* à un double titre :

- les microfissures résultant des piqûres multiples pratiquées par les insectes en un même point, offrent au champignon une blessure propice à sa pénétration dans l'écorce ;
- les perturbations physiologiques consécutives au processus de nutrition de l'insecte rendent l'écorce plus vulnérable à *N. coccinea*, vraisemblablement en amoindrissant les mécanismes de défense de l'hôte.

Reconnaissance et consignes de lutte

Il est maintenant bien établi que la maladie de l'écorce du hêtre résulte d'une association étroite, spécifique de la cochenille et du champignon. Cependant la cochenille est l'élément prépondérant, dans la mesure où son action précède et conditionne celle de *N. coccinea*.

En pratique, on déterminera sans ambiguïté qu'un arbre est atteint de cette maladie, lorsqu'il présente un suintement apparu sur une écorce préalablement infestée de cochenille. On reconnaîtra la présence de la cochenille, contemporaine au suintement, par les cires blanches, ou antérieure au suintement, par les cires dégradées devenues noirâtres.

Bien que l'on soit pour l'instant totalement désarmé en matière de lutte, on peut tenter de limiter les pertes économiques et réduire les risques d'extension de la maladie par une exploitation précoce des arbres atteints dès qu'ils présentent le revêtement blanc continu, avant même l'apparition des suintements. La valeur marchande est ainsi totalement préservée et les possibilités de dissémination du champignon sont réduites.

LA PLAIE CHANCREUSE

La faible proportion des arbres qui en souffrent, ainsi qu'une évolution très rarement fatale, expliquent la découverte très récente de cette maladie (1973, forêt domaniale de Bezange, Meurthe-et-Moselle). Depuis, elle a été reconnue dans de nombreuses hêtraies où localement ses manifestations sont plus inquiétantes (forêt d'Hattonville, Meuse, et forêt de Moyeuve, Moselle).

Symptômes

Les portions d'écorce atteintes, parfois limitées à quelques dm², parfois occupant une face complète du tronc, ont un aspect qui tranche fortement avec l'écorce habituellement lisse du hêtre. Excessivement crevassée, très boursoufflée, l'écorce présente des dépressions marquées (Photo 6). Bordée par un bourrelet cicatriciel, la marge de cette nécrose apparaît, par places, colorée en rouge sombre, et correspond à une évolution récente de la nécrose où se révèlent quelquefois des suintements souvent réduits à un point.

La lésion de l'écorce progresse de manière très irrégulière, plus rapidement dans le sens vertical, et apparemment très lentement. La cicatrisation s'opérant plus ou moins parfaitement ou définitivement (Photo 7) l'écorce est très perturbée. Le bois formé a une structure très irrégulière. Il est incrusté de lambeaux d'écorce, et se révèle particulièrement dur, aussi est-il impropre à l'utilisation sous forme de bois d'œuvre. Malgré une structure totalement bouleversée l'écorce n'est pas détruite, et le bois n'est que très rarement mis à nu, échappant ainsi à l'invasion par les champignons lignivores.



Photo 6

La plaie chancreuse est caractérisée par une écorce crevassée, très boursoufflée, mais qui continue à assurer son rôle protecteur, évitant ainsi l'exposition du bois aux agents lignivores.

Photo 7

La plaie chancreuse évolue très lentement. Le symptôme résulte d'une cicatrisation partielle, constamment remise en cause par les nécroses dues à *Nectria coccinea*.

Photos R. PERRIN.



Le parasite

Dans les crevasses les plus récentes se différencient de rares périthèces rouge vif de *N. coccinea*. De plus on décèle sa présence sous forme mycélienne, par des techniques microbiologiques, dans la zone périphérique où progresse la nécrose. Le champignon impliqué ici est bien la même espèce, qui associé avec *Cryptococcus fagisuga*, conduit au dépérissement du hêtre. Parmi les nombreuses circonstances offrant à ce parasite la blessure dont il a besoin pour envahir l'écorce, c'est encore l'intervention de la cochenille qui est la plus probable. A la suite d'une pullulation de cet insecte dans les Ardennes belges vers 1966, A. Piraux (1980) rapporte qu'une majorité d'arbres sont aujourd'hui indemnes ; certains d'entre eux, cependant, en conservent les traces sous forme d'une écorce très crevassée : la plaie chancreuse. Elle correspondrait aux séquelles d'une manifestation de la maladie de l'écorce du hêtre, dont le cours aurait été stoppé par une brutale régression de la cochenille. Cependant il serait prématuré d'écarter les autres causes de blessures de l'écorce (gélivures par exemple).

Conduite à tenir

Cette altération de l'écorce n'entraîne qu'exceptionnellement la mort de l'arbre, le bois produit étant cependant de piètre qualité. Son caractère infectieux très limité, sa faible gravité ne doivent pas inquiéter le gestionnaire, qui se contentera d'éliminer préférentiellement les arbres malades en amélioration.

LA MALADIE, DITE DU « T »

Ce terme, forgé par les forestiers, a été adopté par Jacquot (1962) pour décrire une grave imperfection du bois bien connue des praticiens. Elle doit son nom à la trace en forme de T, visible dans le bois sur une coupe transversale (Photo 8). On peut remarquer, avec Bosshard (1965) l'inexactitude de l'appellation « maladie du T », et lui préférer le terme de « défaut ».

Généralement en grand nombre sur l'arbre atteint, ces traces constituent un inconvénient majeur pour l'utilisation des grumes en déroulage. Ce défaut, bien que plus fréquent dans l'Est, se rencontre dans d'autres régions de France.

C'est la mort du cambium sur une surface circulaire ou elliptique de quelques cm² (barre transversale du T) qui est à l'origine de cette anomalie. La plaie se cicatrise progressivement, ce qui nécessite généralement plusieurs années pour un recouvrement total. Cette opération laisse subsister, au point de convergence des bourrelets cicatriciels, une trace radiale dans le bois, perpendiculaire à la précédente, formant avec elle un T. Au même niveau sur la surface de l'écorce, il y a formation d'une cicatrice ovale légèrement déprimée, au contour bien marqué correspondant à celui de la zone nécrosée dans le bois. Le schéma 1, proposé par Bosshard, décrit exactement ce phénomène.

Quelle est l'origine de la mort du cambium ?

Bosshard (1965) et Jacquot (1962) s'accordent pour reconnaître en une fissure ténue de l'écorce la première manifestation visible de ce phénomène.

Selon Bosshard, ces fentes resteront au début superficielles et ne s'élargiront qu'à la suite de tensions, au niveau des rayons libériens sclérifiés, aboutissant à une lésion de l'assise cambiale. L'oxydation, provoquée, en plus de sa dessiccation partielle, une coloration du bois en forme d'ombre portée. Ceci correspond à une coloration facultative du bois parfait chez le Hêtre. C'est-à-dire que la coloration, lors de la transformation d'aubier en bois parfait, n'a lieu que dans des conditions particulières.

L'éclatement de l'écorce, très audible, résulte de son incapacité à supporter les variations hivernales de températures entre les journées ensoleillées et les gelées nocturnes (Seeholzer, 1935). Le Hêtre est rangé parmi les espèces ligneuses les plus sensibles aux gelées (Peace, 1962). Une relation entre la largeur des fissures et la décroissance de température et la durée du gel a été établie par Schulz (1957). Le schéma 2 (Krenn, 1933) révèle les différences considérables dans l'insolation d'un tronc selon l'orientation et le moment de l'année.

Les travaux expérimentaux de Dimitri (1967) démontrent que l'effet de températures extrêmes (basses ou élevées) dépend presque essentiellement du contenu en eau de l'écorce et de son épaisseur : ceux-ci peuvent connaître de grandes variations d'un point à l'autre d'un même arbre (schéma 3). L'auteur remarque que des températures élevées, provoquées par un ensoleillement intensif et durable, sont souvent accompagnées d'un défaut de précipitations, d'une faible humidité de l'air et d'une évapotranspiration élevée. L'écorce du hêtre, dans ces conditions, est particulièrement exposée et se trouve détruite localement.

En conclusion, les températures extrêmes sont à l'origine de lésions corticales localisées chez le Hêtre, qui dans certains cas donnent lieu à des exsudations. Ces lésions constituent aussi une voie de pénétration pour les micro-organismes, notamment pour *N. coccinea* (Leibundgut et Frick, 1943). Dans la majorité des cas elles parviennent à cicatriser, laissant dans le bois une trace en forme de T, qui se révèle être une tare importante. Ces faits, décrits par Zycha (1951), sont restés longtemps confondus avec la maladie de l'écorce du hêtre. L'orientation particulière

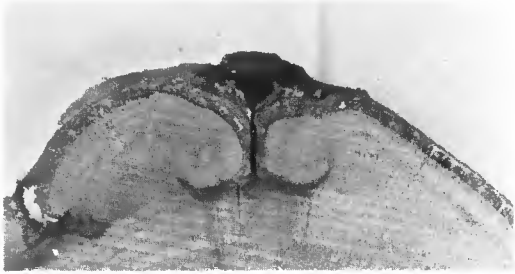


Photo 8. — En coupe transversale, la trace laissée dans le bois a la forme d'un T et constitue un grave défaut interdisant l'exploitation de l'arbre en déroulage.

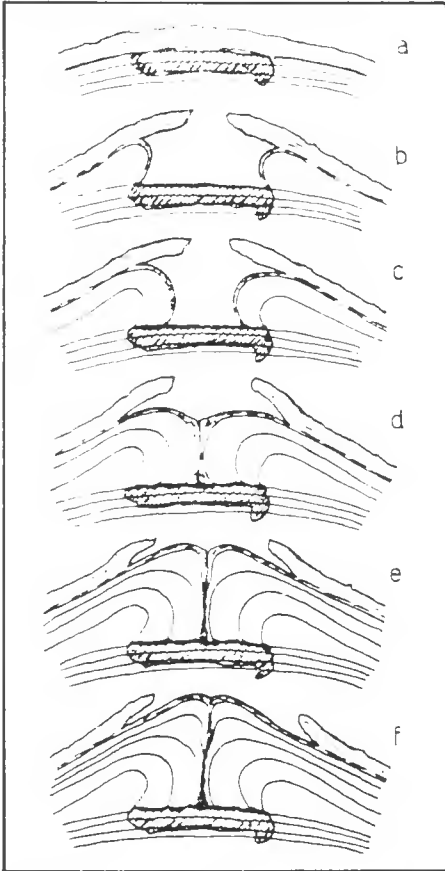


Schéma 1. — Croquis illustrant l'apparition des cicatrices de l'écorce et le défaut du T.

(d'après Bosshard, 1965)

a - la fine texture dans l'écorce est à l'origine de l'altération du cambium et de la coloration suivant généralement la limite d'un cerne (barre tangentielle au T).

La cicatrisation s'opère les années suivantes :
b et c - soulèvement de l'écorce.

c et d - recouvrement progressif de la zone lésée.

e et f - la jonction des bourrelets cicatriciels aboutit à la formation de la barre radiale du T (inclusion de tissus corticaux).

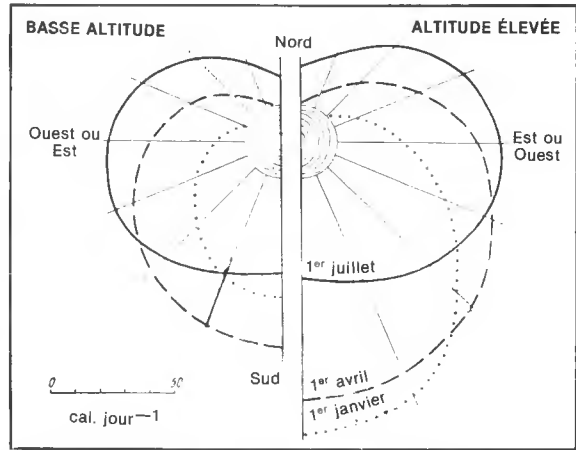


Schéma 2. — Insolation directe d'un arbre en plaine (à gauche) et en montagne (à droite) lors de trois journées sans nuages.

(d'après K. Krenn)

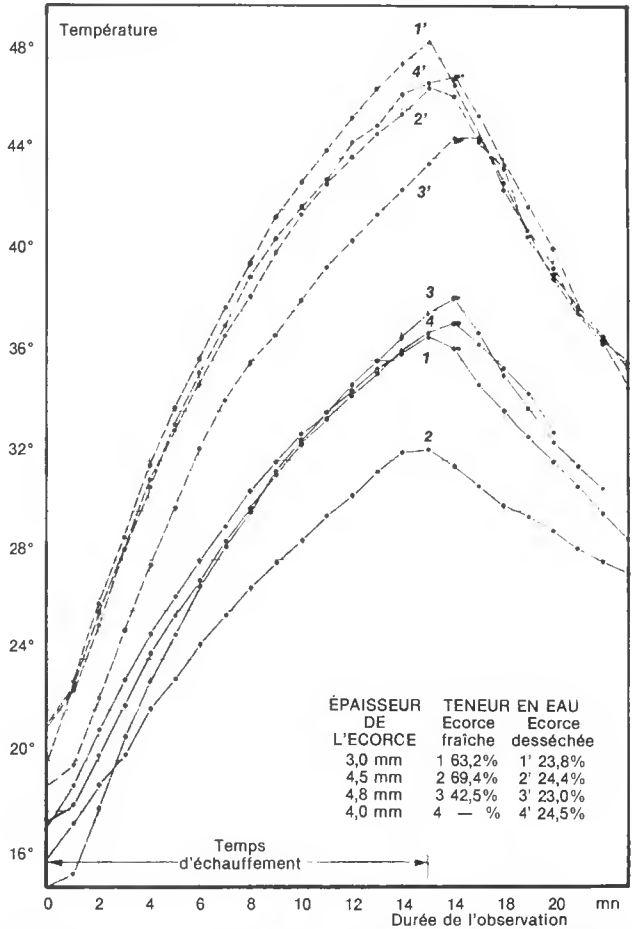


Schéma 3. — Variation des températures cambiales correspondantes à une même température superficielle de l'écorce du hêtre, fraîche ou desséchée à l'air, en fonction de son épaisseur.

(d'après Dimitri, 1968)

des dégâts, leur formation équienne, intervenant au cours d'une année au climat particulier, caractérisent une origine abiotique évidente. Jacquot (1962) décrit une anomalie de structure antérieure à la nécrose (bois riche en parenchyme) résultant vraisemblablement d'une perturbation de l'activité cambiale à la suite de gelées cependant insuffisantes pour détruire le cambium, et qui s'apparente aux anneaux de gelées (Peace 1962, Kramer et Koslowsky 1960, Geiger 1965). On ne peut retenir l'hypothèse émise par Jacquot, d'une intervention de la cochenille du Hêtre. On sait aujourd'hui que le bois produit par des arbres autrefois infestés par cet insecte ne présente pas de telles particularités.

L'action du forestier

L'origine abiotique du « T » du hêtre autorise les réflexions suivantes :

- La sensibilité particulière des gros arbres aux températures élevées incite à les exploiter en priorité sur les sols à faible réserve en eau.
- Certains microclimats, où les contrastes de températures sont particulièrement marqués en hiver, sont incompatibles avec une production de Hêtre de qualité.
- L'éclaircie est un événement qui peut entraîner la formation de T, si elle est trop vigoureuse.

LE DESSÈCHEMENT DE L'ÉCORCE

La mort de l'écorce traduit, assez tardivement, le déclin de l'arbre qui dans tel contexte sylvicole n'a pu surmonter des circonstances climatiques drastiques. Cet événement diffère notablement du T, en ce que l'écorce n'est pas directement atteinte.

Symptômes

Le déclin de l'arbre débute par la mort du feuillage et des branches de la partie terminale de la cime, généralement peu fournie et dont les feuilles jaunissent prématurément. Ce dépérissement s'étend progressivement à tout le houppier, s'étalant parfois sur plusieurs années. Les branches mortes, parfois le fût, perdent leur écorce par lambeaux, présentant parfois çà et là des suintements noirâtres.

Cette mortalité du Hêtre, mentionnée partout en Europe ces dernières années, trouve son origine dans la sécheresse marquée de l'année 1976. Certains considèrent que le printemps particulièrement humide de 1975, provoquant l'engorgement permanent de certains sols, a fortement accentué la gravité de ce phénomène. Il a pris une ampleur particulière sur des sols sableux ou superficiels et sur des sols limoneux marmorisés ou à pseudogley. Les arbres se développant sur des sols à déficit hydrique prolongé, ont été victimes d'un « stress » prononcé, conduisant à la mort d'une grande partie du système racinaire. Privé d'alimentation en eau et de nutrition, l'arbre puise dans ses réserves pour la formation de son feuillage au printemps, et le déséquilibre entre la transpiration même réduite, et l'alimentation en eau insuffisante, entraîne un dessèchement progressif de l'écorce, atteignant rapidement un stade irréversible. Une autre physionomie, cependant facultative, des contrecoups de la sécheresse est la mortalité presque contemporaine des arbres en grand nombre au même endroit.

Ces taches de mortalité résultent de l'intervention très fréquente de l'Armillaire couleur de miel qui profite de l'affaiblissement de l'arbre pour s'introduire dans le système racinaire et le

Biologie et forêt

détruire. On reconnaîtra aisément la présence de ce parasite à ses palmettes mycéliennes subcorticales, et les cordonnets mycéliens d'abord blancs puis noirs en réseau sous l'écorce.

Dans certains cas, des exsudations noirâtres, abondantes, ornent le pied de l'arbre jusqu'à une hauteur dépassant rarement 1,50 m (Photo 9). Cependant, malgré un déclin déjà affirmé de l'arbre, la présence du parasite n'est toutefois pas toujours décelable au collet de l'arbre. Il est parfois nécessaire de dégager profondément les racines pour le découvrir.

Conséquences sylvicoles

Le dessèchement de l'écorce du hêtre n'intervient qu'après un événement climatique exceptionnel, qui peut cependant se répéter au cours des 120 à 150 ans de la vie de l'arbre, et qui sanctionne la fragilité particulière de certains peuplements. Maintenir artificiellement ou favoriser le Hêtre dans certaines stations limites se révèle être une aventure hasardeuse.

L'exploitation précoce des arbres atteints en préservera la valeur marchande et généralement les pertes vont en s'atténuant avec les années. Pour le reboisement des zones sinistrées, on se gardera cependant de choisir des espèces résineuses, menacées par l'abondance de l'Armillaire.



Photo 9

La présence de l'Armillaire couleur de miel est souvent révélée par des suintements situés uniquement au pied de l'arbre atteint.

CONCLUSION

L'écorce du hêtre est sujette à plusieurs affections d'origines diverses, dont la gravité et l'évolution sont très différentes. Certains symptômes, non spécifiques, comme le suintement, leur sont communs, et conduisent à des confusions. Ces événements induisent cependant un syndrome caractéristique qui permet leur distinction.

Tableau synoptique de reconnaissance des affections de l'écorce du hêtre

- Suintements associés à des masses floconneuses blanches abondantes (ou noircies)..... **Maladie de l'écorce**
- Portion variable du tronc crevassée et fissurée **Plaie chancreuse**
- Trace elliptique, suintement temporaire localisé **Défaut du T**
- Ecorce se détachant dans la partie supérieure du houppier, cime clairsemée jaunissante. Parfois suintement à la base du tronc . **Dessèchement de l'écorce consécutif à la sécheresse**
..... **Présence d'Armillaire**
- Ecorce desséchée, se détachant en lambeaux uniquement sur la face exposée à la lumière (arbre de lisière) à la suite d'un éclaircissement brutal du fût (coupes...) **« Coup de soleil ».**

Parmi les quelques ajustements dont dispose le forestier pour affronter de tels événements, aucun ne peut en modifier instantanément le cours de manière appréciable. Par contre, les connaissances relatives aux circonstances favorables au déclenchement du phénomène, et l'influence connue des facteurs de l'environnement autorisent une prévision des risques d'altérations de l'écorce. Ces indications sont précieuses pour orienter le choix du gestionnaire dans les aménagements qu'il élabore.

Robert PERRIN
Chargé de recherches
Station de recherches
sur la flore pathogène dans le sol
INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
21034 DIJON CEDEX

BIBLIOGRAPHIE

- BOSSHARD (H.H.). — Mosaikfarbkernholz in *Fagus sylvatica* L. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 116, n° 1, 1965, pp. 1-11.
- BRAUN (H.J.). — Das Rindensterben der Buche, *Fagus sylvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Bär. I. Die Anatomie der Buchenrinde als Basis-Ursache. *Journal européen de pathologie forestière*, vol. 6, n° 3, 1976, pp. 136-146.
- DIIMITRI (L.). — Untersuchungen über die Ätiologie des « Rindensterbens » der Buche. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, vol. 86, n° 5, 1967, pp. 257-276.
- GEIGER (R.). — The climate near the ground. 2^e édition, Harvard : University Press, 1965, 612 p.
- JACQUIOT (C.). — Recherches sur la « maladie des T » du Hêtre. Compte rendu du 87^e Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements. Paris, 1962, pp. 895-899.
- KRAMER (P.J.), KOSLOWSKY (M.). — Physiology of trees. New York : Mc Graw Hill, 1960, 642 p.
- KRENN (K.). — Die Bestrahlungsverhältnisse stehender und liegender Stämme. *Allgemeine Forstzeitung*, Wien, vol. 51, 1933, pp. 50-51 ; 53-54 (cité par Geiger).
- LEIBUNDGUT (H.), FRICK (L.). — Eine Buchenkrankheit im schweizerischen Mittelland. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 94, n° 10, 1943, pp. 297-306.
- LONSDALE (D.). — *Nectria* infection of Beech bark in relation to infestation by *Cryptococcus fagisuga* Lind. *Journal européen de pathologie forestière*, 1980 (sous presse).
- PEACE (T.R.). — Pathology of trees and shrubs. Oxford : Clarendon press, 1962, 753 p.
- PERRIN (R.). — Le dépérissement du hêtre. *Revue forestière française*, vol. XXIX, n° 2, 1977, pp. 101-126.
- PERRIN (R.). — Contribution à la connaissance de l'étiologie de la maladie de l'écorce du Hêtre. I. Etat sanitaire des hêtrales françaises, rôle de *Nectria coccinea*. *Journal européen de pathologie forestière*, vol. 9, n° 3-4, 1979, pp. 148-166.
- PIRAUX (A.). — Observations relatives à la maladie de l'écorce du hêtre dans les Ardennes belges. Bilan d'une épidémie Communication au Colloque européen sur la maladie de l'écorce du Hêtre, 7-11 mai 1979, Nancy.
- SCHULZ (H.). — Untersuchungen an Frostrissen im Frühjahr 1956. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, vol. 76, 1957, pp. 14-24.
- SEEHOLZER (M.). — Rindenschäle und Rindenriß an Rotbuche im Winter 1928/29. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, vol. 57, 1949, pp. 237-246.
- ZYCHA (H.). — Das Rindensterben der Buche. *Phytopathologische Zeitschrift*, vol. 17, n° 4, 1951, pp. 444-461.