Santé de la forêt : importance d'une sylviculture adaptée aux conditions de milieu

Michel Becker, François Le Tacon

▶ **To cite this version:**

Michel Becker, François Le Tacon. Santé de la forêt : importance d'une sylviculture adaptée aux conditions de milieu. Revue forestière française, 1985, 37 (S), pp.7-28. 10.4267/2042/21856 . hal-03423696

HAL Id: hal-03423696
https://hal.science/hal-03423696

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SANTÉ DE LA FORÊT : IMPORTANCE D'UNE SYLVICULTURE ADAPTÉE AUX CONDITIONS DE MILIEU

M. BECKER
F. LE TACON

regards sur la santé de nos forêts

INTRODUCTION

Complexité des écosystèmes forestiers

Qu'il soit souhaitable d'adapter aux conditions de milieu les essences à installer ou à promouvoir dans une forêt est le postulat généralement admis par tout sylviculteur.

Mais cette affirmation générale recouvre des réalités très diverses, qui sont beaucoup moins bien perçues. La notion de « milieu » elle-même est souvent comprise de façon suffisamment vague et large pour autoriser des attitudes concrètes assez diverses.

Un manque de sensibilisation à ces questions ou de diffusion de la connaissance, s'il se rencontre encore trop fréquemment, n'est d'ailleurs pas seul responsable : l'inventaire de la diversité des écosystèmes forestiers, dans toutes leurs composantes, et, plus encore, la compréhension de leur fonctionnement comportent encore beaucoup de lacunes. Ces lacunes, chercheurs et forestiers de terrain s'efforcent peu à peu de les combler, avec les difficultés inhérentes à la nature de ce végétal si particulier qu'est l'arbre et, surtout sans doute, à la complexité formidable des organisations auxquelles il participe.

Cette complexité est l'un des traits marquants de la réalité forestière, et les clichés trop simplificateurs peuvent être dangereux ; ils peuvent être générateurs de dogmatismes outranciers, aussi bien d'ailleurs dans le sens d'un « écologisme » simpliste que dans celui d'une gestion bureaucratique aveugle aux lois de la nature. Il importe donc de sérier les diverses catégories de situations pouvant se présenter et d'analyser les causes des heurs et malheurs de la forêt.

Et tout d'abord qu'est-ce que le « milieu » ?

Il s'agit de l'ensemble des facteurs qui, directement ou indirectement, conditionnent l'installation , la survie, le développement et la régénération des êtres vivants. C'est donc une notion toute relative, selon l'espèce concernée : le milieu, pour un Chêne, n'aura pas le même contenu que pour un Campagnol roussâtre..., ou du moins les divers facteurs n'auront pas tous le même poids.

On a coutume de distinguer milieu physique et milieu vivant. C'est une commodité nécessaire, mais il faut se garder d'oublier les interactions nombreuses et complexes qui lient ces deux domaines.

Certains auteurs limitent même le milieu, abusivement à notre sens, aux seuls facteurs physiques. Ce sont cependant eux qui ont effectivement les caractères de permanence les plus marqués. On les subdivise en facteurs climatiques et en facteurs édaphiques, qui ne sont d'ailleurs pas indépendants.

Le milieu vivant est de définition plus délicate, car d'une part, il fluctue souvent beaucoup plus vite dans le temps, au rythme essentiellement de la vie des arbres dominants ; d'autre part, c'est dans ce domaine sans doute que les phénomènes d'interactivité sont les plus complexes.

Ainsi l'installation de la Ronce dans une forêt est sous la dépendance de divers facteurs physiques, mais son développement excessif, s'il dépend aussi de certains facteurs (lumière disponible, conditionnée par la structure du peuplement dominant qui peut donc ici être considéré comme facteur du milieu...), fait à son tour de cette espèce un facteur du milieu à part entière pour les semis avec lesquels elle entre en compétition.

De la même façon, la microflore du sol, composante essentielle de l'écosystème forestier, peut tour à tour être considérée, soit sous la dépendance étroite des conditions édaphiques et des essences en place, soit comme facteur primordial de la survie et du bon développement de ces mêmes essences. Ce raisonnement s'applique aussi bien aux champignons pathogènes du sol qu'aux mycorhizes.

Le milieu forestier est donc d'une extrême complexité, qui tient à la multiplicité de ses composantes, aux innombrables interactions qui les unissent et au facteur temps, qu'il est si difficile d'intégrer à l'échelle humaine. C'est dire si les problèmes de santé de la forêt peuvent avoir des causes diverses. De plus, hormis quelques cas d'irruption dans certains écosystèmes de ravageurs ou de pathogènes nouveaux, les dépérissements ou les perturbations de fonctionnement (= « dysfonctionnements ») que l'on observe ont rarement des causes uniques, mais le plus souvent des causes multiples agissant en concomitance, voire en synergie.

C'est cette vision intégrée des choses, souvent difficile mais nécessaire car seule conforme à la réalité, qu'il convient d'adopter dans l'approche des dysfonctionnements de la forêt.

Forêt vierge, forêt naturelle et forêt artificielle

On appelle communément « forêt vierge » une forêt dans laquelle l'homme ne serait jamais intervenu, que ce soit dans les peuplements actuels ou dans ceux qui les ont précédés. Peut-être en existe-t-il encore en Amazonie ou dans quelque île du Pacifique ; mais partout ailleurs, et particulièrement en Europe, il y a bien longtemps que cette notion n'est plus qu'une vue de l'esprit. En effet, toutes ces forêts ont subi l'influence des actions humaines, directes ou indirectes, légères ou profondes, réversibles ou irréversibles.

La notion de « climax » (ou formation climacique) est assez proche de la précédente. Il s'agit du stade ultime — en général forestier — de l'évolution d'une formation végétale en l'absence d'interventions humaines et de catastrophes naturelles. Ce climax est essentiellement sous déterminisme climatique, mais localement, certaines formations (appelées « azonales ») peuvent être liées à un type de sol particulier (climax édaphique).

Le terme de « forêt naturelle » est également souvent utilisé. Il n'est pas synonyme de forêt vierge, mais signifie seulement que les essences forestières sont indigènes, et qu'elles poussent et se perpétuent spontanément. L'homme y est intervenu, mais en n'y pratiquant qu'une cueillette modérée.

Nous réserverons le terme « semi-naturel » aux forêts constituées d'essences indigènes, mais dont la structure et la régénération sont plus ou moins dépendantes de l'action humaine. C'est en fait le cas de la grande majorité des forêts françaises, où l'homme s'est contenté de gérer à son profit ce qui poussait spontanément, avec cependant souvent des nuances plus ou moins importantes qu'il conviendrait d'analyser cas par cas.

Par opposition, une « forêt artificielle » est issue de plantations. Cette artificialisation peut être plus ou moins poussée : depuis les compléments de régénération faisant appel à des espèces existant naturellement dans la région jusqu'aux plantations sur sol nu, à l'aide d'essences exotiques à forte productivité potentielle. Dans le premier cas, le résultat peut être comparable à la forêt semi-naturelle ; dans le second, on peut aller jusqu'à une véritable « ligniculture », relevant en fait plus des techniques agricoles usuelles (avec travail du sol, apports d'engrais...) que de la sylviculture classique.

Fragilité relative de ces divers types de forêts

Dans les forêts très naturelles, proches de l'état climacique, la question de l'adaptation des espèces à leur milieu ne se pose en principe pas, par définition. Ces forêts sont en règle générale plurispécifiques, c'est-à-dire qu'elles comportent plusieurs essences de première grandeur. Or, il est généralement admis aujourd'hui que la diversité — diversité spécifique essentiellement — est un bon gage de stabilité des écosystèmes, et qu'elle confère une meilleure aptitude à « encaisser les chocs ». Ceci ne signifie pas pour autant que de telles forêts soient totalement à l'abri d'accidents de santé ; le cas développé ci-dessous de la sapinière canadienne en est un des exemples les plus spectaculaires.

Dans de nombreuses régions du globe, et en Europe en particulier, la forêt actuelle est souvent très éloignée de l'état climacique originel. L'homme l'a fortement modelée depuis des siècles. Il l'a transformée profondément, tant dans sa composition spécifique que dans sa structure, par des plantations artificielles plus ou moins massives, mais aussi en favorisant plus ou moins certaines espèces lors des interventions sylvicoles.

Intrinsèquement, l'évolution vers la monospécificité qui en résulte est une cause de fragilisation de l'écosystème forestier : outre les conséquences d'une médiocre adaptation de l'essence cultivée aux conditions de milieu, le premier échec de régénération ou le premier accident sanitaire grave risque de compromettre brutalement l'« ambiance forestière », souvent nécessaire à la pérennité de l'état boisé, du fait de la modification du microclimat (lumière, régime hydrique...), de l'envahissement par certaines espèces herbacées très compétitives, de la transformation plus ou moins difficilement réversible de la microflore du sol.

La forêt peut alors passer à la lande, avec pour seules issues, soit une artificialisation encore plus poussée — et coûteuse —, soit une très longue période d'abandon et de lente reconquête par la végétation forestière.

QUELQUES EXEMPLES D'ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS STABLES ET INSTABLES

Les écosystèmes naturels

Exemple d'écosystème naturel stable : la forêt primaire indonésienne

Les grandes îles Indonésiennes portent encore de vastes surfaces forestières n'ayant fait l'objet d'aucune exploitation systématique. Cette forêt se perpétue sans à-coups sensibles et conserve toujours la même physionomie générale. Ce n'est que de façon relativement récente que l'on a étudié et compris les mécanismes de cette régénération.

A Sumatra par exemple, la majorité des essences dominantes, parmi lesquelles les espèces économiquement intéressantes, appartiennent à la seule famille des Diptérocarpacées. Leur régénération se fait par petites trouées consécutives à des chablis isolés. Mais elle nécessite un stade intermédiaire où interviennent d'autres espèces pionnières. En effet, les graines des espèces primaires, situées aux alentours d'une trouée, sont caractérisées par une faible dormance et germent rapidement. Mais les semis résistent mal au microclimat particulier de la trouée.

C'est en fait une végétation pionnière à base d'autres espèces ligneuses qui s'installe. Ces espèces, pour beaucoup des Euphorbiacées, sont naturellement présentes, de façon discrète, sur les rives des cours d'eau ou dans d'autres trouées plus âgées ; elles sont caractérisées par une maturité sexuelle précoce, une fructification abondante, des graines très longévives et adaptées à la dissémination au loin.

Pendant dix à vingt ans, la forêt est localement dominée par ces espèces pionnières. Mais, sous leur couvert, peuvent s'installer et se développer les espèces primaires, qui finiront par supplanter les précédentes, jusqu'au prochain chablis. Certaines études précises — et complexes, compte tenu des particularités de la phénologie et de la physiologie des espèces équatoriales — permettent d'estimer à environ 120 ans la durée de ces cycles sylvigénétiques (Huc et Rosalina, 1981).

Dans certains cas, la méconnaissance de cette dynamique de recolonisation après la coupe a entraîné des déboires notables.

Ainsi à Kalimantan (ex Bornéo), l'exploitation de la forêt primaire, commencée vers 1945, atteignait près de 15 millions d'hectares en 1972. Or les études récentes de la régénération ont montré la faible proportion des espèces à intérêt économique dans le recrû. En effet, les coupes ont été menées trop rapidement et surtout sur des surfaces élémentaires trop vastes, ce qui fait que les graines des espèces de la forêt primaire, peu longévives, lourdes et à faible pouvoir de dissémination, n'ont pu s'installer dans les formations secondaires.

C'est donc toute une sylviculture, adaptée aux caractéristiques de cet écosystème bien particulier, qu'il convient d'imaginer.

Exemples d'écosystèmes naturels instables

- *La sapinière canadienne*

Les forêts résineuses de l'Est du Canada (Québec, Ontario, Nouvelle-Ecosse, Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve) sont des forêts très proches de leur état naturel. L'homme y intervient par des prélèvements de bois, parfois de façon extrêmement brutale, mais n'a pas encore fondamentalement modifié la nature des essences, ni la structure des peuplements.

Ces peuplements ont naturellement une structure de futaie irrégulière et sont caractérisés par une grande diversité des essences.

Forêt naturelle mélangée à la limite entre l'érablière à Bouleau jaune et la sapinière à Sapin baumier pouvant être le foyer de départ des épidémies de la Tordeuse des bourgeons de l'Epinette (Sainte-Tite, Québec). *Photo J. PINON.*

On pourrait s'attendre à ce que ces écosystèmes, très proches de leur état initial, très diversifiés, en équilibre avec les conditions de milieu, présentent une bonne stabilité.

Or il n'en est rien. Ces peuplements sont également sensibles aux ravageurs et sont partois décimés sur d'énormes surfaces. Le ravageur le plus redoutable est la Tordeuse des bourgeons de l'Epinette *(Choristoneura fumiferana* Clem.).

Cet insecte s'attaque essentiellement au Sapin baumier *(Abies balsamea* [L.] Mill.) et, à un degré moindre, à l'Epinette blanche *(Picea glauca* [Moench] Voss.). La Tordeuse attaque aussi, mais beaucoup moins, l'Epinette rouge *(Picea rubens* Sarg.) et l'Epinette noire *(Picea mariana* [Mill.] B.S.P.).

Depuis le début de ce siècle, trois grandes invasions se sont succédées. Elles ont débuté au Québec vers les années 1910, 1940 et 1967 (Blais et Archambault, 1982).

La Tordeuse consomme les aiguilles de l'année. Les défoliations successives entraînent la mort de certains arbres, puis de peuplements entiers. Dans certains secteurs du Québec, dix ans après le début de la troisième épidémie, 90 % des sapins baumiers et 50 % des épinettes blanches adultes étaient détruits.

La vulnérabilité de ces écosystèmes forestiers dépend de divers facteurs. Plus la proportion de Sapin baumier est grande, plus les dégâts sont importants. D'autre part, les foyers de départ des épidémies sont caractérisés par une très grande diversité des essences (50 espèces ligneuses, résineuses et feuillues, en mélange) et par une très grande richesse floristique (Hardy, 1979), ce qui ne correspond pas du tout au concept traditionnel du déclenchement des épidémies.

Swaine et Craighead (1924) ont montré également que la gravité de l'épidémie était fonction de l'âge des arbres, les peuplements les plus surannés étant les plus atteints.

Le climat général influe aussi sur l'intensité des épidémies. Le froid, d'une manière générale, limite le développement des populations de chenilles. Les risques sont donc d'autant plus importants que les peuplements sont situés plus au sud. Des printemps successifs chauds et secs sont des facteurs clés, déclenchant l'augmentation initiale des populations (Hardy, 1979).

Les surfaces forestières touchées par cet insecte sont à la mesure de l'immensité des forêts canadiennes. En 1981, au Québec, 10 millions d'hectares présentaient des mortalités dues à la Tordeuse (Blais et Archambault, 1982). Pour la seule année 1910, 544 millions de mètres cubes ont été détruits au Canada (Swaine et Craighead, 1924).

Lorsque la plupart des sapins baumiers âgés sont détruits, l'épidémie régresse. L'insecte se maintient cependant à l'état endémique sur les épinettes.

La sensibilité du Sapin baumier aux attaques de la Tordeuse du bourgeon de l'Epinette rend la zone de la sapinière canadienne, comprise entre le 46e et le 49e degré de latitude Nord, extrêmement instable.

Cette instabilité se caractérise par des variations dans les proportions des nombreuses essences qui composent cet écosystème forestier naturel. Ces variations sont indépendantes de celles que peut provoquer l'exploitation de cette forêt.

Lorsque les sapins baumiers ont été quasiment détruits par la Tordeuse, d'autres espèces envahissent les vides ainsi laissés. Ce sont, soit des feuillus au sud (Bouleau jaune, Erable de Pensylvanie, etc.) soit les diverses espèces d'Epicéas au nord. L'intensité des attaques de Tordeuses diminue alors fortement pendant plusieurs dizaines d'années, ce qui permet au Sapin baumier de se réinstaller.

C'est donc la complexité et la variabilité de cet écosystème résineux naturel qui lui permet de résister à ces attaques massives. Les gigantesques destructions qui en résultent ne mettent pas en cause la pérennité de la forêt, qui est sans cesse en équilibre instable. Cet équilibre est dynamique et permet une continuelle adaptation aux agressions.

• *Les forêts méditerranéennes et les formations sahéliennes*

La plupart des forêts naturelles du pourtour méditerranéen ont disparu ou ont été profondément modifiées par l'homme. Quelques vestiges, le plus souvent situés dans des zones inaccessibles, permettent de se faire une idée de l'influence humaine, qui a été d'autant plus destructrice que ces forêts circumméditerranéennes sont soumises à des conditions de milieu très difficiles. La moindre modification peut entraîner un déséquilibre grave, qui à son tour peut induire la disparition de la végétation forestière. La forêt méditerranéenne, dans son ensemble, est un excellent exemple d'écosystème naturel instable, qui a basculé dès que l'influence humaine a commencé à s'exercer.

L'instabilité des écosystèmes méditerranéens tient à plusieurs facteurs :

— très longue période de sécheresse estivale,

— violence des orages pendant la saison humide,

— pentes fortes favorisant l'érosion,

— souvent roches-mères calcaires très dures, donnant des sols fragiles, ne se formant ou se reformant qu'après de très longues périodes de décarbonatation (plusieurs millions d'années).

Les écosystèmes feuillus ou résineux naturels originels ont disparu ou ont été remplacés par des formations arbustives dégradées (maquis ou garrigues). La disparition des écosystèmes originels a entraîné l'érosion des sols et la mise à nu des calcaires durs. Le retour à une formation forestière n'est plus possible, ou ne peut se faire qu'après des travaux de restauration gigantesques.

Platon, dans *Critias*, au IVe siècle avant J.C., déplorait déjà les conséquences du déboisement en Grèce :

« Notre terre est demeurée, par rapport à celle d'alors, comme le squelette d'un corps décharné par la maladie. Les parties grasses et molles de la terre ont coulé tout autour et il ne reste plus que la carcasse nue de la région. Il y avait sur les montagnes de vastes forêts, dont il subsiste encore maintenant des traces visibles. Car, parmi ces montagnes qui ne peuvent plus nourrir que les abeilles, il y en a sur lesquelles on coupait encore, il n'y a pas très longtemps, de grands arbres, propres à monter les plus vastes constructions, dont les revêtements existent encore. L'eau fécondante de Zeus qui s'y écoulait chaque année ne ruisselait pas en vain, comme aujourd'hui, pour aller se perdre de la terre stérile dans la mer : la terre en avait dans ses entrailles, et elle en recevait du ciel une quantité qu'elle mettait en réserve dans celle de ses couches que l'argile rendait imperméables. »

Le Liban était à l'origine une forêt de Cèdre associé au Pin brutia, au Sapin de Cilicie, au Genévrier oxycèdre et au Genévrier de Phénicie. De l'immense forêt de Cèdre originelle, il ne subsiste plus que douze petits boqueteaux protégés par leur inaccessibilité. Le processus de disparition a commencé dès la plus haute antiquité. Dans la Bible, on peut lire (Cantique des cantiques 1, 17) : *« les poutres de notre maison sont de cèdre, nos lambris de cyprès »*.

Les Egyptiens, 3000 ans avant J.C., furent les premiers à importer du Cèdre du Liban. Vers 1100, les Assyriens exigèrent un tribut sous forme de cèdres. A l'époque romaine, tout était déjà presque terminé, et Rome a tenté de protéger les derniers cèdres restants.

Le Cèdre de l'Atlas, dont l'aire de répartition correspond à un climat méditerranéen humide ou subhumide de moyenne montagne, constitue encore des forêts naturelles en équilibre moins instable que ne l'étaient les anciennes forêts de Cèdre du Liban.

Malgré cette relative stabilité, les forêts de Cèdre de l'Atlas sont en voie de régression rapide et on pourrait même craindre leur disparition totale. Elles sont menacées par la pression humaine et le pâturage systématique en forêt, qui interdit toute régénération naturelle. Mais elles sont aussi menacées par les lentes modifications climatiques qui semblent affecter le bassin méditerranéen, et qui seraient elles-mêmes induites par la modification de la couverture végétale.

L'érosion des sols et la disparition de la végétation forestière ont pour effet de diminuer les quantités d'eau emmagasinées en surface, et de ralentir le recyclage par évapotranspiration. La pluviosité a tendance à baisser et les températures à augmenter. Les déficits hydriques estivaux s'aggravent et les jeunes semis ont de plus en plus de difficultés à résister à la sécheresse. Ceci est vrai aussi bien pour les régénérations naturelles de Cèdre dans le Moyen-Atlas que pour celles du Chêne-liège en forêt de La Mamora au Maroc.

Le recul de la forêt et les processus de désertification le long de la bordure méridionale du Sahara et dans la région du Kalahari relèvent des mêmes facteurs. Si l'eau joue un grand rôle dans le développement de la forêt, la forêt elle-même et la végétation en général semblent avoir à leur tour une puissante influence sur l'économie hydrique et le régime thermique d'une région.

Bien que les auteurs soient encore partagés sur ce point, il est souvent admis que la disparition de la végétation forestière entraîne des modifications climatiques (diminution de la pluviosité et de l'humidité de l'air, augmentation de la température de l'air et de la vitesse du vent), qui sont d'autant plus dramatiques que l'équilibre est très instable. Ces modifications climatiques vont à leur tour engendrer un déplacement de la zone forestière vers le sud, et ainsi de suite. La forêt, puis la savane arborée, puis la savane, reculent sur un vaste front sans que l'on puisse maintenant endiguer le phénomène, lequel s'accélère encore lorsque des cycles d'années particulièrement sèches se succèdent pour des raisons de climatologie plus générale.

Dans d'autres contextes, lorsque les conditions de milieu sont favorables à la végétation forestière, après une disparition provoquée par l'homme, la forêt revient, et quelquefois très rapidement. Un tel retour est impossible dans les écosystèmes forestiers très instables caractérisés par des conditions de milieu très difficiles, peu favorables au développement de la forêt.

Forêt domaniale de Darney, Basses Vosges gréseuses. Régénération naturelle acquise en futaie régulière sur sol brun à mull acide. *Photo J. TIMBAL.*

Les écosystèmes semi-naturels

Exemple d'écosystème semi-naturel en équilibre : la hêtraie des Basses Vosges

Il est généralement admis que les risques d'instabilité d'un écosystème semi-naturel sont d'autant plus grands que les essences qui le constituent sont à la limite de leur aire potentielle.

En ce qui concerne le Hêtre, les conditions les plus favorables semblent être une altitude oscillant autour de 500 à 600 m, un état hygrométrique élevé de l'air, une sécheresse estivale pas trop importante, ou pouvant être compensée par une pluviosité totale élevée, un enneigement compris entre 60 et 120 jours par an (Becker, 1981).

La hêtraie des Basses Vosges se rapproche très fortement de ces conditions idéales et fournit un excellent exemple d'écosystème semi-naturel en équilibre.

En plus des conditions climatiques idéales, les sols, le plus souvent développés sur les grès triasiques ou sur des matériaux limoneux recouvrant ces grès, conviennent parfaitement au Hêtre : texture sablo-limoneuse, fortes réserves en eau, drainage excellent, humus de type moder, sols génétiquement de type brun acide ou moins fréquemment de type brun ocreux (Le Tacon, 1981).

Dans ces conditions, les peuplements, traités en futaie régulière, appartiennent à la classe I de fertilité. La régénération naturelle, sauf dans le cas de la hêtraie à Canche flexueuse, est explosive. Les faînées sont fréquentes et abondantes. Les hivers assez rigoureux, avec une couche de neige se maintenant pendant 80 jours en moyenne, permettent une excellente conservation des faînes au sol (absence de consommation par les rongeurs ou les oiseaux, absence de pourriture des cotylédons). La hêtraie se régénère parfaitement sous elle-même et ne pose aucune difficulté particulière, même en traitement en futaie régulière, facilité par cette régénération explosive. Le Hêtre a tendance à envahir la chênaie, qui est beaucoup plus difficile à régénérer.

Cette facilité de régénération permet d'envisager des rotations courtes — ne dépassant pas 100 à 120 ans. Les peuplements sont dans l'ensemble jeunes. Il n'y a pas de peuplements âgés ou hors d'âge et donc pas de peuplements présentant des signes de défaillance.

L'état sanitaire de ces peuplements est excellent. La maladie de l'écorce du Hêtre (due à une cochenille, *Cryptococcus fagisuga*, et à un champignon, *Nectria coccinea)* ne sévit que très peu (Malphettes, 1981 ; Perrin, 1981). Le développement de la cochenille est limité par les conditions climatiques rigoureuses des hivers. Par exemple, il a été observé, en Allemagne, que l'hiver doux et le printemps chaud de 1948-1949 ont entraîné un développement anormalement important de l'insecte. Sa régression a ensuite été attribuée à des successions d'hivers froids (Thomsen et al., 1949).

L'absence d'arbres âgés peut aussi être considérée comme un facteur limitant le développement de cette maladie, qui sévit surtout au-delà de 90 ans (Perrin, 1981).

La parfaite adéquation entre les conditions de milieu des Basses Vosges et les exigences écologiques du Hêtre entraîne donc une remarquable stabilité de la hêtraie dans cette région, et ceci malgré le caractère artificiel de la monospécificité du Hêtre et de la structure en futaie régulière.

Exemples d'écosystèmes semi-naturels en déséquilibre

- *La hêtraie de Normandie*

La hêtraie normande se caractérise par son extrême monospécificité. Lesage (1954) affirme que cette hêtraie est artificielle. Elle résulterait de l'évolution d'une chênaie-hêtraie, dans laquelle le Chêne et les autres feuillus (Orme, Tilleul, Erable sycomore, Merisier, Frêne) ont été progressivement éliminés au profit exclusif du Hêtre (Mormiche et Vannière, 1981).

Les conditions de milieu de la Normandie sont assez éloignées de celles des Basses Vosges et sont moins favorables au Hêtre. Les hivers sont en particulier beaucoup moins rigoureux et le climat a tendance à faire évoluer les humus vers des moder et des dysmoder.

L'absence d'hiver rigoureux a diverses conséquences. Après une faînaie, les faînes se conservent très mal au sol. Les cotylédons sont attaqués par *Rhizoctonia solani* et pourrissent. Les rongeurs ont une

Forêt verte, Normandie. Absence totale de régénération naturelle en futaie régulière sur sol lessivé à moder sur limons.

Photo J. TIMBAL.

forte activité dans ces conditions d'hivers doux et humides et consomment les faînes ; il en est d'ailleurs de même des oiseaux. La régénération naturelle est donc impossible au printemps suivant en raison de la disparition des faînes. S'il arrive cependant que suffisamment de faînes aient subsisté jusqu'au printemps, la fréquence des moder et des dysmoder, caractérisés par une litière non décomposée épaisse, ne facilite pas la germination.

Ces difficultés de régénération naturelle, aggravées par le traitement en futaie régulière, ont pour conséquence un vieillissement des peuplements. Les arbres sont affaiblis et sont fortement sujets à la maladie de l'écorce. De plus les hivers doux entraînent un développement accru de *Cryptococcus fagisuga* et donc une aggravation de la maladie.

Tronc de Hêtre couvert de secrétions cireuses blanches de *Cryptococcus fagusiga*, de la maladie de l'écorce. *Photo J. TIMBAL.*

Enfin, le maintien de ces futaies très âgées monospécifiques aggrave l'évolution des humus vers les moder et les dysmoder, évolution déjà favorisée par le climat maritime. Précisons cependant que cette évolution n'est pas irréversible et peut parfaitement être orientée dans le sens d'un cycle biologique plus rapide et donc plus favorable (mélange d'essences, ouverture des peuplements, chaulage et fertilisation).

La mauvaise adéquation entre les conditions de milieu de la Normandie et les exigences écologiques du Hêtre aboutit à un déséquilibre de l'écosystème forestier devenu artificiellement monospécifique. Ce déséquilibre se traduit par une absence de régénération naturelle, par le vieillissement des peuplements, et par l'apparition d'un grave dépérissement qui s'étend maintenant à des arbres moins âgés.

• *Le problème du Chêne sessile et du Chêne pédonculé*

S'il est une essence symbole de la forêt française, c'est bien le Chêne, qui, à lui seul, en représente environ 34 % et tient largement la première place. Il en constitue également un des premiers revenus, en particulier les produits de haut de gamme destinés au tranchage, que nous envient nombre de nos voisins. C'est dire si une menace grave sur la santé de cette espèce serait une véritable catastrophe nationale. Or des craintes très sérieuses ont pesé sur elle au cours des dernières années. Si l'alerte maximum semble aujourd'hui heureusement passée, il convient d'analyser avec attention le phénomène et d'en comprendre le processus, afin de parer à d'éventuelles « rechutes »...

A des degrés de gravité variable, les dépérissements observés ont touché des régions très diverses (Bourgogne, Centre, Auvergne, Aquitaine...). Des études menées en forêt de Tronçais (Becker et Lévy, 1983) — une des plus prestigieuses chênaies de France — et dans les Pyrénées-Atlantiques (Durand *et al.*, 1983) ont clairement montré qu'en fait seul le Chêne pédonculé avait été victime de ce dépérissement, observation qui semble bien avoir une portée très générale (Buffet, 1983).

A Tronçais, les sols des stations les plus sensibles sont caractérisés par une forte acidité et une hydromorphie temporaire très marquée développée dans un matériau sableux (pseudogleys podzoliques).

Si le système racinaire du Chêne pédonculé est particulièrement adapté à un engorgement du sol par l'eau (Belgrand, 1983), de nombreuses données phyto-écologiques le font classer comme une essence nettement plus exigeante en éléments nutritifs et moins résistante à la sécheresse que le Chêne sessile. De fait, les observations dendrochronologiques faites à Tronçais montrent clairement que le début du processus de dépérissement remonte à 1976, année de sécheresse exceptionnelle dans cette région comme dans beaucoup d'autres. La présence d'une nappe d'eau proche de la surface du sol en hiver et au printemps oblige les arbres à développer un enracinement superficiel. En été, la nappe a disparu et les arbres assèchent la mince tranche de sol sableuse colonisée par les racines. On comprend alors qu'une sécheresse durable puisse devenir catastrophique.

Les pseudogleys podzoliques ne sont pas les seuls sols où des mortalités ont été constatées. Certains sols bruns acides, ou plus ou moins podzolisés, peuvent aussi être très « sensibles » lorsque topographie, texture sableuse et/ou horizon induré proche de la surface se conjuguent pour induire des risques de sécheresse édaphique importante. A Tronçais, la fréquence du Chêne pédonculé — et donc l'intensité du dépérissement... — est cependant moins forte dans ce type de situation.

Peu d'arbres cependant sont morts immédiatement du simple fait de la sécheresse. Les mortalités se sont échelonnées au cours des années suivantes et les agents directement responsables semblent plutôt être divers pourridiés : Armillaire, Collybie à pied à fuseau (Guillaumin *et al.*, 1983), qui étaient jusqu'alors considérés comme des parasites de faiblesse. Il reste donc à préciser le rôle d'affaiblissement qu'auraient pu jouer ces champignons préalablement à la sécheresse, et ceci en fonction des types de sols.

Quoi qu'il en soit, et bien que nos connaissances sur l'autécologie des chênes soient encore bien imparfaites, on pouvait s'étonner de l'abondance du Chêne pédonculé dans les conditions décrites à Tronçais. En fait, des documents anciens ont permis d'établir que ces peuplements étaient issus de plantations faites au siècle dernier. Si le détail du processus du dépérissement mérite encore des éclaircissements (rôle res-

Forêt domaniale de Tronçais (Allier). Peuplement de Chênes dépérissants : pédonculés morts ou à cimes claires et sessiles sains.
Photo M. ADRIAN.

pectif des facteurs édaphiques, climatiques, pathologiques, entomologiques, sylvicoles...), il apparaît cependant clairement comme la conséquence de l'inadéquation d'une espèce à son milieu. De tels « accidents » sur le Chêne ne sont d'ailleurs pas nouveaux (Delatour, 1983).

Ainsi les très nombreuses plantations faites en forêt de Compiègne (Courtois, 1975) étaient à base de Chêne pédonculé et, au cours des années 1921-1923, près de 2 000 hectares ont dû passer en coupe rase (Demorlaine, 1927).

Bien que l'attention ait déjà été attirée sur les risques encourus par le Chêne pédonculé dans certaines conditions (Turc, 1927), force est de constater que, trop souvent encore, les deux espèces, pédonculé et sessile, sont confondues dans la même appellation « Chêne » et font l'objet d'une sylviculture indifférenciée. Deux faits peuvent expliquer cette situation regrettable : les difficultés d'identification botanique et, corrélativement, l'opinion encore courante qu'il existe de très nombreux hybrides rendant peu utiles les efforts dans ce sens... Bien que des études taxonomiques approfondies restent à entreprendre, les approches récentes déjà faites en France (Dupouey, 1983 a, b ; Sigaud, 1984) tendent à prouver le contraire : il existe bien deux espèces très distinctes, dont il convient cependant d'analyser la variabilité infraspécifique, et de très rares individus « intermédiaires ».

Par ailleurs, une étude également très récente (Duhamel, 1984) confirme la fréquence du Chêne pédonculé, à l'état pur ou en mélange pied à pied avec le Chêne sessile, dans les milieux les plus divers. Mais ses performances ne sont satisfaisantes que dans les sols riches **et** bien alimentés en eau. Partout ailleurs pratiquement, y compris dans les sols très hydromorphes mais acides, il est largement surclassé par le Chêne sessile, du moins dans les conditions d'une sylviculture indifférenciée. On a là un des exemples les plus insidieux de mauvaise adaptation d'une espèce à son milieu, du fait de ces pertes de production occultes, et d'autant plus difficiles à débusquer que subsiste encore un irritant problème de taxonomie. Les phases aiguës de dépérissement observées pourraient donc n'être en fait que l'expression brutale d'un problème latent beaucoup plus vaste.

On peut dès lors s'étonner à juste titre de la large répartition du Chêne pédonculé, qui peut devenir quasi exclusif dans certaines régions pourtant *a priori* peu favorables (au moins sur le plan édaphique), telles le Pays Basque et la Sologne. Le poids des activités humaines passées semble ici déterminant (Becker, 1984). On sait qu'il y a quelques siècles — ce qui est bien peu à l'échelle de temps de la forêt — la forêt française était parvenue à un état de surexploitation et de dégradation très avancé.

Dans maintes régions, ce furent les instructions salutaires de Colbert qui la sauvèrent d'une disparition totale. Plus tard, la révolution industrielle fut un nouveau danger mortel, avant que la houille ne vienne remplacer le charbon de bois. Plantations et semis ont été largement utilisés pour reforester les vides qui s'étaient créés (surtout dans les stations les plus difficiles) ; et, pour diverses raisons, c'est le plus souvent le gland de Chêne pédonculé qui semble avoir été utilisé...

Par ailleurs, on sait que la structure de forêt très claire — celle de ces forêts dégradées — est moins défavorable au Chêne pédonculé que celle de peuplements pleins, même sur des sols pauvres, du fait d'un bilan hydrique meilleur. Cette espèce aurait donc pu aussi, et spontanément, déborder largement de ses implantations climaciques pour coloniser les milieux façonnés par l'homme.

Aujourd'hui, le retour à une sylviculture de peuplements denses, s'il convient bien au Chêne sessile, met en grande difficulté le pédonculé. Il conviendrait donc de mieux adapter cette sylviculture aux essences en place, puis d'envisager d'éventuelles substitutions en fin de révolution.

- *Le Sapin dans les Vosges et dans le Jura*

Là aussi, il pourra paraître sacrilège à beaucoup de mettre en cause la place du Sapin dans ces deux massifs montagneux... Et pourtant force est de constater que nombre des sapinières en place ont depuis longtemps des problèmes sérieux : problèmes de dépérissement de peuplements mûrs dans certains cas, problèmes cruciaux de régénération naturelle de façon beaucoup plus large. Nous

laisserons de côté ici la question d'actualité des dépérissements attribués aux polluants atmosphériques, faute d'un recul encore suffisant.

Ainsi dans le Jura, s'il est admis que le Sapin est une des essences climaciques dès que la température moyenne annuelle est inférieure à 8 °C et que la pluviosité est supérieure à 800 mm (Rol, 1937), on sait également que, depuis l'époque romaine au moins jusqu'au XVIII[e] siècle, l'homme a fait la chasse au Sapin, qui ne présentait alors qu'une utilité limitée. On lui préférait les feuillus (Fruitiers, Chênes, Hêtre) dont les fruits entraient dans l'alimentation de l'homme et des animaux, et dont le bois convenait à l'artisanat rural. Peu à peu, le Sapin fut relégué dans les endroits peu accessibles.

A partir du début du XIX[e] siècle (donc depuis moins de deux générations de Sapin...), le développement des moyens de communication, qui permet un commerce actif des résineux, puis l'abandon de la métallurgie au bois, enfin la mévente progressive du bois de feu, joints à une dépopulation rurale croissante, ont orienté la sylviculture vers une plus grande production de bois d'œuvre et d'industrie.

Parallèlement, le Sapin, avec l'aide du forestier, a reconquis les milieux d'où il avait été exclu. La technique était simple et sans nuances : dans les peuplements dégradés où ne subsistait plus qu'un médiocre taillis de feuillus divers, on interdisait l'accès du bétail et on laissait vieillir. Au bout d'une trentaine d'années, les quelques sapins qui subsistaient épars ensemençaient le sol devenu propre. Si les porte-graines étaient trop éloignés, on intervenait par plantation. Entre 5 à 20 ans plus tard, on enlevait tout l'étage feuillu pour trouver une sapinière **pure**. C'est généralement ainsi que se sont créés les vieux peuplements qui font la célébrité des forêts jurassiennes.

Le problème a surtout été de savoir jusqu'à quelle altitude, vers le bas, il convenait de laisser le Sapin s'installer (Schaeffer, 1951). Bien qu'en général conscients des risques, certains ont « osé » le laisser descendre jusque dans des végétations à caractère franchement méridional, dominées par le Chêne pubescent. Pour eux, cela devait de toute façon rapporter plus que le maigre taillis existant. Ce sont ces peuplements qui ont connu et connaissent encore les problèmes de dépérissement les plus criants mais aussi les plus compréhensibles : ils sont beaucoup plus sensibles aux aléas météorologiques et sont, de toute façon, physiologiquement vieux beaucoup plus tôt.

Futaie vieillissante de Sapin en forêt communale de Wisches, sur le versant alsacien des Vosges ; photographie prise en mars 1975. *Photo M. BECKER.*

Un processus comparable s'est également développé dans les Vosges alsaciennes, avec des déboires encore plus graves à basse altitude, du fait du télescopage des étages climatiques. Et pourtant, là aussi, il suffisait de laisser faire la nature pour voir l'ensemencement par le Sapin des chênaies jusqu'au contact de la vigne... Mais il ne fallait pas pour autant miser sur une sapinière pure, que le Gui, les Tordeuses et les Scolytes, alliés à la sécheresse du climat, contribuent à faire vieillir prématurément (Badré, 1955).

La question des difficultés de régénération est certainement beaucoup plus épineuse. Autant il est « normal » d'essuyer des échecs çà et là, dans des circonstances déterminées (par exemple une ou plusieurs années sèches sur des sols superficiels, enherbement excessif de parcelles dans l'attente d'une fructification qui tarde trop...), autant il devient très inquiétant de constater la répétition dans l'espace et dans le temps du même scénario dans un type de milieu donné, surtout lorsqu'on le sait propice à la végétation forestière. Or c'est bien ce que l'on observe dans de nombreuses sapinières jurassiennes et vosgiennes.

Pourquoi les sapinières du Jura, qui — nous l'avons vu — s'étaient installées quasi spontanément avec tant de facilité, refusent-elles aujourd'hui de se régénérer sur elles-mêmes. On ne peut pas invoquer un changement climatique durable. Si ce n'est récemment et très localement, la pression du gibier n'est pas encore devenue, comme trop souvent dans les Vosges, un facteur critique.

Dès 1955, Moreau et Schaeffer proposaient une explication en constatant « *qu'un peuplement mixte de Hêtre et de Sapin est plus vigoureux et se régénère plus facilement qu'une hêtraie ou une sapinière pure* » et « *qu'un humus de provenance variée est préférable à un humus constitué d'une seule sorte de feuilles*... ». L'alternance des essences apparaîtrait donc comme une nécessité, du moins dans certains milieux. C'est d'ailleurs cette alternance pied à pied ou par petits bouquets que l'on observe naturellement dans les derniers lambeaux de forêt vierge du karst yougoslave, entre Sapin, Epicéa et Hêtre. C'est aussi ce phénomène d'alternance, cette fois sur de vastes surfaces, qui aurait autorisé le retour en force du Sapin dans le Jura à partir du XIX^{e} siècle.

Des études récentes (Rousseau, 1960 ; Vallée, 1966 ; Drapier, 1985 ; Becker et Drapier, 1984-1985) apportent de solides éléments d'observation et d'expérimentation qui sont parfaitement cohérents avec cette théorie dans le cas des sapinières vosgiennes. Elles confirment que, mise à part l'influence parfois critique du gibier, les sapinières à humus de type moder à mor se régénèrent bien, alors que celles à humus de type mull connaissent les pires difficultés. Ces études mettent aussi en évidence les propriétés phytotoxiques du feuillage du Sapin vis-à-vis de ses propres semis. Ces propriétés inhibitrices se retrouvent dans le mull, alors qu'elles disparaissent dans le moder. De telles manifestations d'auto-intoxication, qui doivent être sans doute fort complexes et faire intervenir aussi la microflore du sol (pathogène et/ou mycorhizienne), sont un argument de poids pour le retour à une sylviculture qui laisse plus de place au mélange des essences. Comme dans le Jura, on constate souvent, dans les sapinières vosgiennes en difficulté, que les semis de Sapin vont s'installer de préférence sous les bouquets ou les hêtres isolés qui peuvent subsister.

A travers cet exemple, on s'aperçoit que le « milieu vivant », et la sylviculture, ont parfois au moins autant d'importance que le « milieu physique » pour assurer la vie harmonieuse de l'écosystème forêt.

Les écosystèmes artificiels

Les écosystèmes artificiels, issus de plantations monospécifiques d'essences exotiques, ou parfois indigènes, présentent le plus souvent une grande fragilité, d'autant plus accentuée que les exigences écologiques des espèces utilisées ne sont pas bien respectées.

Dans certains cas, le respect de l'autécologie des essences de reboisement peut cependant permettre la création de peuplements ayant une très bonne stabilité.

• *Vers un nouveau climax artificiel : la cédraie du Mont Ventoux*

Chacun sait que le Cèdre de l'Atlas n'est nulle part spontané en Europe. Parmi les espèces nombreuses utilisées en reboisement, il constitue sans doute l'un des rares exemples où la réussite immédiate s'accompagne de l'espoir d'une véritable acclimatation durable.

La première utilisation forestière du Cèdre est celle de la forêt communale de Bédoin (Vaucluse), sur le versant sud du Mont Ventoux. L'historique de ce reboisement célèbre a déjà été retracé à plusieurs reprises (Maury, 1960 ; Toth, 1970).

En 1861, l'Inspecteur des Eaux et Forêts Tichadou, qui a longtemps exercé en Algérie, fait ensemencer une quinzaine d'hectares sur d'anciens terrains de culture calcaires. Sur le plan phyto-écologique, on est dans la série sub-méditerranéenne du Chêne pubescent, caractérisée par le Buis, le Chêne vert, le Genèvrier oxycèdre, le Pistachier térébinthe, etc. La réussite du semis est immédiate et totale, au point que, dès 1864 une autre tentative, elle aussi couronnée de succès, est faite dans le périmètre domanial du Rialsesse (Aude), sous un climat à caractère plus océanique et sur des roches-mères très différentes (schistes surtout).

Les premiers semis naturels de deuxième génération sont signalés dès 1885, à partir d'individus exceptionnellement précoces. En 1900, certains, tout en reconnaissant le succès exceptionnel des arbres de première génération, sont encore réservés quant à l'avenir. Mais, dès 1920, la partie paraît définitivement gagnée : la fructification des arbres de première génération est abondante et régulière, et des semis innombrables s'installent dans les taillis partout alentour, parfois très loin des semenciers (jusqu'à 10 km...).

Actuellement la cédraie du Mont Ventoux couvre près de 400 hectares. On peut d'ailleurs constater qu'elle est même plus prospère qu'au Maroc dans des conditions comparables. Cet exemple apporte donc la preuve qu'il est possible, dans des conditions déterminées, de trouver des essences exotiques capables de se substituer aux essences autochtones — tout en offrant une production accrue et de meilleure qualité — et de créer ainsi un nouveau climax d'origine artificielle (Guinier, 1955).

Mont-Ventoux (Vaucluse). Jeune peuplement de Cèdre de l'Atlas issu de régénération naturelle (introduction des semenciers au XIX° siècle). *Photo J. TIMBAL.*

Un reste de prudence est cependant peut-être nécessaire. En France, nous n'avons pratiquement pas encore d'exemples de régénération de cédraie pure sur elle-même (si ce n'est dans la cédraie de la Trouhaude près de Dijon, où la troisième génération est maintenant acquise). Les réflexions faites à propos du Sapin sur les phénomènes d'alternance d'essences devraient inciter à expérimenter sur le Cèdre pour déceler d'éventuelles possibilités d'auto-intoxication. Si les tests se révélaient positifs, il conviendrait d'adapter la sylviculture des cédraies en conséquence, en particulier avec un mélange suffisant des essences, pied à pied ou par bouquets.

• *Le Pin maritime dans les Landes de Gascogne et dans le Sud-Est de la France*

Bien que le Pin maritime soit naturel dans le Sud-Ouest de la France, on doit considérer que le massif Landais, avec un million d'hectares de pinède presque d'un seul tenant, est en réalité un écosystème entièrement artificiel. A l'origine, le Pin maritime formait de petits massifs isolés sur les anciennes dunes de l'intérieur bien drainées. C'est à la suite des travaux d'assainissement de Chambrelent, sous le second Empire, que le Pin maritime a été introduit dans les landes humides, après stabilisation des dunes littorales (Brémontier, premier Empire).

Cet écosystème très artificiel, monospécifique, présente une grande instabilité, qui est masquée en partie par l'intense sylviculture dont il fait l'objet.

Cette instabilité peut se manifester, par exemple par des dépérissements, comme celui qui est apparu vers les années 1960 et qu'il est intéressant d'analyser.

Les grands incendies de 1947 et de 1949 ont détruit près de 400 000 hectares de Pin maritime. Ces incendies illustrent déjà la fragilité d'un tel écosystème artificiel, constitué d'une seule essence très combustible. L'établissement d'un réseau de surveillance, la création de pare-feu et la mise en place d'un système rapide d'intervention ont permis de juguler ce fléau. Les 400 000 hectares ainsi détruits ont été rapidement reconstitués. Mais, à partir de 1963, de nombreux reboisements de Pin maritime de 5 à 15 ans ont donné des signes de dépérissement accusés : chute précoce des aiguilles, présence de chancres, puis mort des arbres.

En 1965, on estimait que 100 000 hectares étaient ainsi gravement compromis. L'analyse de ce dépérissement a permis d'en connaître les causes (Bonneau, Gelpe, Le Tacon, 1968).

Une grande partie des reboisements avait été effectuée avec des provenances d'origine portugaise. Les peuplements de race locale ne présentaient jamais de symptômes de dépérissement, quelles que soient les conditions de sols. Par contre, le dépérissement des peuplements d'origine portugaise était manifestement lié à l'intensité de l'hydromorphie et à la teneur du sol en éléments minéraux.

Si la teneur du sol en phosphore était suffisante (plus de 0,15 ‰ de P_2O_5 total), il n'y avait pas de signe de dépérissement. En dessous de ce seuil, l'intensité du dépérissement était liée à deux variables, elles-mêmes corrélées, à savoir la disponibilité en potassium et l'hydromorphie.

Enfin, il est probable que plusieurs années froides (1956 et 1961) avaient joué un rôle dans l'extériorisation des symptômes. Il était donc apparu clairement que ce dépérissement était lié à l'introduction massive d'une provenance étrangère mal adaptée aux hivers froids qui peuvent sévir dans le Sud-Ouest de la France (Bouvarel, 1960), et moins bien adaptée que les provenances locales à la pauvreté chimique des sols et à l'hydromorphie.

Les peuplements de Pin maritime du Sud-Est de la France (Maures et Esterel), certainement moins artificiels que ceux des Landes, se sont cependant révélés plus fragiles puisqu'ils ont été à peu près complètement décimés à partir de 1957 par une cochenille, *Matsucoccus feytaudi*, associée à divers scolytes de faiblesse.

Néanmoins, les peuplements de Pin maritime des Maures et de l'Esterel des années 1960 étaient très loin de la forêt climacique originelle (Flahault, 1889 ; Dugelay, 1963). Sous l'influence de divers

facteurs humains, intentionnels ou accidentels, le Pin maritime avait colonisé, aux dépens du Chêne vert et du Chêne liège, des stations où il n'existait pas naturellement, et où il avait fini par constituer des peuplements purs.

La colonisation de stations à régime hydrique défavorable a eu pour conséquence la création de peuplements affaiblis, qui ont été d'autant plus la proie des insectes qu'ils étaient devenus monospécifiques.

• *Le Pin sylvestre en Champagne crayeuse*

Le Pin sylvestre a été la première essence de reboisement en France à la fin du XIX^{e} siècle et au début du XX^{e} siècle. Cette espèce avait la faveur des reboiseurs en raison de sa facilité d'élevage en pépinière et de sa plasticité vis-à-vis des conditions de milieu. Néanmoins, beaucoup d'erreurs d'introduction ont été effectuées, comme par exemple pour le reboisement des plateaux calcaires du Nord-Est de la France et de la Champagne crayeuse. Or, le Pin sylvestre est une espèce calcifuge, même si certains peuplements existent naturellement sur substrat calcaire dans les Alpes du Sud, ou même dans le Nord-Est de la France (Bournérias, Timbal, 1980).

Si, sur les plateaux calcaires, la réussite des reboisements de Pin sylvestre a été variable, en Champagne crayeuse le résultat a été systématiquement catastrophique. Les sols de la Champagne crayeuse sont des sols de type rendzine initiale ou rendzine grise, caractérisés par une forte teneur en calcaire et un pH élevé dès la surface. Tous les reboisements effectués dans ces conditions ont abouti à la création de peuplements très mal venants, présentant une chlorose généralisée et n'ayant aucun intérêt économique.

Assez curieusement, le très mauvais état physiologique de ces peuplements n'a pas entraîné de désastres écologiques (invasion d'insectes, mortalité généralisée). Dans certaines conditions, ces peuplements arrivaient même à se régénérer naturellement, les jeunes semis étant moins sensibles à la chlorose que les arbres adultes.

Ces peuplements ont été progressivement supprimés au moment de la mise en culture de la Champagne crayeuse.

• *Les reboisements d'Epicéa commun en Europe*

Après la vogue du Pin sylvestre, c'est l'Epicéa commun qui est devenu l'espèce de reboisement la plus utilisée en France, et dans presque toute l'Europe. Sa plasticité et sa rusticité étant moins grandes que celles du Pin sylvestre, le nombre d'erreurs écologiques a été d'autant plus grand.

On a systématiquement utilisé l'Epicéa commun, quelles qu'étaient les conditions de milieu. Il a par exemple été très utilisé sur les sols acides, à faible réserve en eau, de type podzolique. Ces sols doivent normalement être réservés à des espèces plus rustiques comme le Pin sylvestre. Les attaques de Scolytides, Typographes et Chalcographes, se manifestent préférentiellement en année sèche sur les arbres affaiblis se développant sur ces types de stations. A partir de ces foyers, les insectes peuvent pulluler et envahir de vastes surfaces.

Certains symptômes de dépérissement, que l'on observe actuellement en Bavière, en Forêt-Noire et dans les Vosges, sont liés à ces types de station où l'Epicéa n'aurait jamais dû être introduit. L'Armillaire est aussi typiquement un parasite de faiblesse qui attaque les racines des arbres affaiblis. De nombreuses attaques d'Armillaire peuvent actuellement être observées dans beaucoup de peuplements artificiels installés dans des stations trop pauvres pour l'Epicéa commun.

L'Epicéa commun est aussi une espèce calcifuge. Il a bien évidemment été utilisé sur sol calcaire à faible réserve en eau. Les échecs immédiats des reboisements dans ces conditions ont heureusement limité cette pratique. Néanmoins, il n'est pas rare de rencontrer des peuplements dépérissants, installés

dans ces conditions et présentant des signes manifestes de chlorose. De tels peuplements sont aussi très sujets aux dégâts dus à la pourriture du cœur.

Enfin, l'Epicéa commun n'est que trop utilisé sur sol hydromorphe, où il présente une mauvaise stabilité au vent due à un enracinement trop superficiel, ainsi que des difficultés d'alimentation minérale et de croissance (Lévy, 1978). Dans ces conditions de milieu, il n'est pas rare de voir apparaître des symptômes de dépérissement liés à des attaques d'Armillaire.

Un exemple d'erreur sylvicole caractérisé : plantation d'Epicéas dans une roselière, sur sol très hydromorphe. *Photo J. TIMBAL.*

Enfin, la substitution de l'Epicéa commun aux essences feuillues originelles modifie le cycle de la matière organique (Ranger *et al.*, 1981), le cycle biologique, le cycle hydrologique (Nys *et al.*, 1979) et l'évolution des sols (Nys, 1981). Si ces modifications n'ont pas l'ampleur que l'on craignait initialement, elles doivent cependant être prises en compte dans des schémas d'aménagement. On doit par exemple éviter de remplacer certains écosystèmes feuillus diversifiés et stables, qui pourraient fournir, moyennant une sylviculture adaptée, des produits de valeur, par des peuplements monospécifiques de type Epicéa entraînant des risques d'instabilité et de modification des conditions de milieu.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Au travers des exemples développés, nous voyons qu'il n'y a pas de recette simple et unique pour être garanti de tout risque sanitaire en forêt. Contrairement à certaines idées reçues, les écosystèmes naturels peu soumis à la pression humaine, comme la sapinière canadienne, peuvent être l'objet de destruction massive par des insectes ravageurs. Inversement, il n'est pas impossible de créer artificiellement, de toutes pièces, des écosystèmes forestiers nouveaux, parfaitement stables et se régénérant naturellement, comme la cédraie du Mont Ventoux en Provence.

Ces exemples extrêmes sont cependant exceptionnels, et il faut bien garder à l'esprit le fait que l'artificialisation est plutôt synonyme d'augmentation des risques sanitaires.

Les écosystèmes forestiers naturels sont toujours très complexes, tant par le nombre d'espèces qui les composent que par les mécanismes qui régissent les relations de compétition ou de complémentarité entre les différentes communautés végétales ou animales. Les composants de ces écosystèmes sont bien adaptés aux conditions physiques, chimiques et biologiques du milieu. Cette adaptation s'est faite lentement, par sélection naturelle des espèces, ou des populations, dont les exigences correspondaient le mieux aux conditions de l'environnement.

Cette complexité permet une grande flexibilité, et une adaptation continuelle aux variations climatiques aléatoires, comme aux lentes modifications du climat général. Cela induit aussi un équilibre dynamique qui permet de faire face aux diverses agressions.

Lorsque les conditions de milieu sont très favorables à la végétation forestière, par exemple en climat équatorial, la complexité des écosystèmes est extrême et la stabilité tout à fait remarquable. Cependant, même en conditions de milieu très favorables, l'équilibre peut être rompu sous l'action des ravageurs, comme la Tordeuse de l'Epinette au Canada. Néanmoins, la forêt naturelle peut absorber ces chocs extrêmement importants sans que sa pérennité soit mise en cause.

Lorsque les conditions de milieu sont peu favorables à la forêt, comme en région méditerranéenne ou sahélienne, les agressions ont très rapidement des effets dévastateurs. L'équilibre étant instable, l'écosystème peut rapidement basculer vers un état de dégradation qui peut aller jusqu'à la disparition irréversible de la forêt.

L'artificialisation de la forêt aboutit toujours à une simplification de l'écosystème. Cette simplification diminue l'aptitude globale des écosystèmes forestiers à absorber les chocs ; elle est génératrice à long terme d'instabilité et de fragilisation, qui sont d'autant plus marquées que les conditions de milieu sont plus éloignées des exigences écologiques des espèces utilisées.

La mauvaise adaptation aux conditions de milieu des essences introduites est génératrice de désordres de toute nature.

Les manifestations les plus brutales et les plus évidentes de dysfonctionnement de la forêt sont les crises aiguës de dépérissement qui surviennent périodiquement. Celles-ci suscitent toujours beaucoup d'émotion. On interroge les « médecins » de la forêt : écologistes, pathologistes, entomologistes. Les réponses tardent souvent à venir, ou sont peu convaincantes. Et de fait, comment diagnostiquer avec certitude les causes d'un dépérissement qui résulte le plus souvent de l'action de multiples facteurs, dont aucun parfois n'est déterminant. On peut même se demander si le dépérissement du Sapin pectiné ou de l'Epicéa observé actuellement en Allemagne et en France dans les Vosges ne relève pas en grande partie de tels phénomènes.

Parmi les symptômes et conséquences de l'inadaptation d'une espèce à son milieu figurent aussi les pertes de production. Ce sont sans doute les plus insidieux car le gestionnaire peut n'en avoir aucune conscience.

Enfin, on sait que la régénération est l'étape la plus critique de la vie d'une forêt. C'est souvent à cette occasion que se concrétisent les conséquences de l'inadaptation d'une espèce à son milieu ou d'une sylviculture inadéquate. Le cas peut être d'autant plus troublant qu'il s'agit parfois d'espèces qui font normalement partie de la forêt climacique de la région, mais qui ont été abusivement étendues en dehors de leurs stations d'origine. Rappelons les exemples que nous avons développés : certaines sapinières du Jura et des Vosges, les chênaies pédonculées sur sols acides très secs ou à hydromorphie temporaire très marquée, les hêtraies de Normandie.

Le fonctionnement des écosystèmes forestiers est d'une complexité inouïe. Il est nécessaire de constamment améliorer nos connaissances du fonctionnement de l'arbre et de la forêt pour mieux gérer les écosystèmes naturels ou artificiels. Nos efforts doivent peut-être porter plus encore sur les seconds que sur les premiers, en raison de leur plus grande fragilité et de leur rentabilité économique souvent plus grande. La réalité des risques encourus par les forêts artificielles ne doit en effet pas

annihiler tout esprit d'entreprise. Une sylviculture raisonnée, consciente de ces risques et des conséquences de ses actions, peut fort bien concilier durablement équilibre écologique et intérêt économique.

Parmi les nombreux risques encourus, certains reviennent de façon assez constante. Ils concernent en particulier les conséquences de l'uniformisation. Deux voies sont possibles pour atténuer ces risques.

Nous pouvons intensifier les pratiques culturales et intervenir techniquement aussi souvent que les impératifs économiques le permettent. Un excellent exemple de ce type de sylviculture, encore appelé ligniculture, est celui du Pin maritime dans les Landes de Gascogne. L'intervention soutenue de l'homme permet de pallier les différents déséquilibres. On se rapproche ainsi tout à fait d'un système agricole.

Le plus souvent, de telles interventions lourdes et répétées ne sont guère possibles. Il faut alors s'orienter vers des systèmes moins simplifiés : futaie irrégulière ou par bouquets au lieu de la futaie régulière monospécifique, mélange ou alternance d'essences, etc. Enfin le respect des exigences écologiques de chaque espèce doit être un impératif constant. Il est vrai que nous sommes encore loin de connaître parfaitement ces exigences, comme nous sommes encore loin de connaître tous les aspects du fonctionnement des écosystèmes forestiers. L'amélioration de ces connaissances dans tous les domaines sera cependant le garant, à long terme, d'une gestion parfaitement harmonieuse et rentable du patrimoine forestier.

M. BECKER
Laboratoire de Phyto-écologie forestière

F. LE TACON
Laboratoire de Microbiologie forestière
Station de recherches sur les Sols forestiers et la Fertilisation

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES (I.N.R.A.)
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

BIBLIOGRAPHIE

BADRÉ (L.). — Les sapinières sèches des Vosges haut-rhinoises. — *Bull. soc. Franche-Comté et Prov. Est*, vol. 28, n° 5, 1955, pp. 229-240.

BECKER (M.). — Ecologie du Hêtre et de la hêtraie. Caractérisation climatique de la hêtraie. In : le Hêtre. — Paris : Institut national de la Recherche agronomique, 1981.

BECKER (M.). — A propos du dépérissement du Chêne : réflexion sur la place de cette espèce dans la forêt française. — *Revue géographique des Pyrénées et Sud-Ouest*, vol. 55, n° 2, 1984, pp. 173-180.

BECKER (M.), DRAPIER (J.). — Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du Sapin *(Abies alba* Mill.). I. Propriétés phytotoxiques des hydrosolubles d'aiguilles de Sapin. II. Etude des lessivats naturels de feuillage, de litière et d'humus. — *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum*, vol. 5 (19), n° 4, 1984, pp. 347-356, et vol. 6 (20), n° 1, 1985, pp. 31-40.

BECKER (M.), LÉVY (G.). — Le dépérissement du Chêne : les causes écologiques. Exemple de la forêt de Tronçais et premières conclusions. — *Revue forestière française*, vol. 35, n° 5, 1983, pp. 341-356.

BELGRAND (M.). — Comportement de jeunes plants feuillus (Chêne pédonculé, Chêne rouge, Chêne sessile, Hêtre) sur substrat ennoyé. Adaptations racinaires. Application à la mise en valeur forestière des pseudogley. Thèse Doct.-Ing. I.N.A.-P.G., Document Station de Recherches sur les Sols forestiers I.N.R.A., 1983, 188 p. + annexes.

BLAIS (J.R.). — Account of a recent spruce budworm outbreak in the Laurentide Park region of Quebec and measures for reducing damage in future outbreaks. — *The Forestry Chronicle*, 1964, pp. 313-323.

BLAIS (J.R.). — Mortality of balsam fir and white spruce following a spruce budworm outbreak in the Ottawa River watershed in Quebec. — *Canadian Journal of Forest Research*, 11, 1981, pp. 620-629.

BLAIS (J.R.). — Les forêts de la côte nord du Québec sont-elles sujettes aux déprédations par la Tordeuse ? — *The Forestry Chronicle*, vol. 59, n° 1, 1983, pp. 17-20.

BLAIS (J.R.), ARCHAMBAULT (L.). — Vulnérabilité du Sapin baumier aux attaques de la Tordeuse des bourgeons de l'Epinette du Québec. Environnement Canada. Service canadien des Forêts. Lau-X-51F, 1982.

BONNEAU (M.), GELPE (J.), LE TACON (F.). — Influence des conditions de nutrition minérale sur le dépérissement du Pin maritime dans les Landes de Gascogne. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 25, n° 4, 1968, pp. 251-289.

BOURNERIAS (M.), TIMBAL (J.). — Le Hêtre (*Fagus silvatica* L.) et les climax en Champagne crayeuse. — *Bulletin de la Société Botanique de France. Lettres botaniques*, vol. 127, n° 2, 1980, pp. 169-177.

BOUVAREL (P.). — Note sur la résistance au froid de quelques provenances de Pin maritime. — *Revue forestière française*, n° 7, 1960, pp. 495-505.

BUFFET (M.). — Le dépérissement du Chêne en forêt soumise. — *Revue forestière française*, vol. 35, n° 3, 1983, pp. 199-204.

COURTOIS (B.). — Plantations en forêt de Compiègne (1774-1974). — Mémoire 3e année E.N.I.T.E.F., 1975, 63 p. + annexes.

DELATOUR (C.). — Les dépérissements de chênes en Europe. — *Revue forestière française*, vol. 35, n° 4, 1983, pp. 265-282.

DEMORLAINE (J.). — La grande misère du Chêne dans nos forêts françaises. — *Revue des Eaux et Forêts*, vol. 65, n° 1, 1927, pp. 1-3.

DRAPIER (J.). — Les difficultés de régénération naturelle du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique. — *Revue forestière française*, vol. 37, n° 1, 1985, pp. 45-55.

DUGELAY (A.). — Hypothèses sur le dépérissement du Pin maritime des Maures. — *Revue forestière française*, n° 7, 1963, pp. 614-625.

DUHAMEL (D.L.). — Statut écologique du Chêne pédonculé et du Chêne sessile dans le quart Nord-Ouest de la France. Performances relatives et gestion sylvicole. — Mémoire 3e année E.N.I.T.E.F., Document Station de Recherches sur les Sols forestiers et Laboratoire Phyto-écologie forestière, I.N.R.A., 1984, 58 p. + annexes.

DUPOUEY (J.). a). — Analyse multivariable de quelques caractères morphologiques de populations de chênes (*Quercus robur* L. et *Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) du Hurepoix. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 40, n° 3, 1983, pp. 265-282.

DUPOUEY (J.). b). — Etude phytosociologique et écologique du massif forestier de Haguenau (Bas-Rhin). Apports méthodologiques et potentialités sylvicoles. Thèse Doct.-Ing. I.N.A.-P.G., Document Laboratoire de Phyto-écologie forestière, I.N.R.A., 1983, 155 p. + 1 tabl.

DURAND (P.), GELPE (J.), LEMOINE (B.), RIOM (J.), TIMBAL (J.). — Le dépérissement du Chêne pédonculé dans les Pyrénées-Atlantiques. — *Revue forestière française*, vol. 35, n° 5, 1983, pp. 357-368.

FLAHAULT (Ch.). — Compte-rendu d'herborisation. Session extraordinaire de mai 1899 à Hyères de la Société botanique de France. — *Bulletin de la Société botanique de France*, 46, 1899.

GUILLAUMIN (J.J.), BERNARD (Ch.), DELATOUR (C.), BELGRAND (M.). — Le dépérissement du Chêne à Tronçais : pathologie racinaire. — *Revue forestière française*, vol. 35, n° 6, 1983, pp. 415-424.

GUINIER (Ph.). — En Provence : réflexions botanico-forestières pour comprendre la forêt méditerranéenne. — *Bulletin Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, décembre 1955, pp. 391-413.

HARDY (Y.). — Les recherches sur la Tordeuse des bourgeons de l'Epinette. — *Revue forestière française*, vol. 31, n° 5, 1979, pp. 217-223.

HUC (R.), ROSALINA (U.). — Chablis and primary forest dynamics in Sumatra. Tropical Forest Biology Program, T.F.R., 1.2.2., 1981, 14 p.

LE TACON (F.). — Caractérisation édaphique de la Hêtraie. In : le Hêtre. Paris : Institut national de la Recherche Agronomique, 1981.

LÉVY (G.). — Nutrition et production de l'Epicéa commun adulte sur sols hydromorphes en Lorraine : liaisons avec les caractéristiques stationnelles. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 35, n° 1, 1978, pp. 33-53.

MALPHETTES (C.B.). — La maladie de l'écorce du Hêtre. L'insecte. In : le Hêtre. — Paris : Institut national de la Recherche agronomique, 1981.

MAURY (R.). — Le reboisement de la forêt de Bédoin et son enseignement. — *Annales Ecole nationale des Eaux et Forêts*, vol. 17, n° 1, 1960, pp. 119-153.

MOREAU (R.), SCHAEFFER (A.). — La descente du Sapin dans le département du Doubs : phénomène naturel ou provoqué par l'homme. — *Bull. Soc. Hist. nat. Doubs*, 59, 1955, pp. 149-169.

MORMICHE (A.), VANNIERE (B.). — Aménagement des hêtraies : le point de vue des gestionnaires. In : le Hêtre. Paris : Institut national de la Recherche Agronomique, 1981.

NYS (C.). — Modifications des caractéristiques physico-chimiques d'un sol brun acide des Ardennes primaires par la monoculture d'Epicéa commun. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 35, n° 1, 1981, pp. 33-53.

NYS (C.), PATERNOSTER (M.), VÉDY (J.G.). — Transfert et redistribution des éléments en solution par les eaux de gravité de deux écosystèmes feuillus et résineux sur schistes du Révinien. Migrations organo-minérales dans les sols tempérés. Colloque Nancy, 24-28 septembre 1979. — Publication C.N.R.S., 1979.

NYS (C.), RANGER (D.), RANGER (J.). — Etude comparative de deux écosystèmes forestiers feuillus et résineux des Ardennes primaires françaises. III. Minéralomasse et cycle biologique. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 40, n° 1, 1983, pp. 41-66.

PERRIN (R.). — La maladie de l'écorce du Hêfre. In : le Hêtre. Paris : Institut national de la Recherche Agronomique, 1981.

PLATON, 4e siècle avant J.C. — Critias. Traduction du Parisinus A. et du Vindobonenius (6e au 9e siècle après J.C.) de A. RIVAUD. — Paris : Société d'Edition « Les belles lettres », 1949.

RANGER (J.), NYS (C.), RANGER (D.). — Etude comparative de deux écosystèmes forestiers feuillus et résineux des Ardennes primaires françaises. I. Biomasse aérienne des taillis-sous-futaie. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 38, n° 2, 1981, pp. 259-282.

ROL (R.). — Contribution à l'étude de la répartition du Sapin (*Abies alba* Mill.). — *Annales de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts*, vol. 6, n° 2, 1937, pp. 237-290 + 2 cartes.

ROUSSEAU (L.Z.). — De l'influence du type d'humus sur le développement des plantules de sapins dans les Vosges. — *Annales de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts*, vol. 17, 1960, pp. 17-115.

SCHAEFFER (A.). — L'avenir du Sapin dans le Jura. — *Revue forestière française*, vol. 3, n° 1, 1951, pp. 56-59.

SIGAUD (P.). — Les chênes du Berry. — Mémoire 3e année E.N.I.T.E.F., O.N.F. Bourges, 1984, 157 p. + annexes.

SWAINE (J.M.), CRAIGHEAD (F.C.). — Studies of the spruce budworm. Part. 1. A general account of the outbreaks, injury and associated insects. — *Agriculture Canada, Bull. techn. (nouv. serie)*, 37, 1924, pp. 3-27.

THOMSEN (M.), BUCHWALD (N.F.), HAUBERG (P.A.). — Angrebs af *Cryptococcus fagi*, *Nectria galligena* og andre parasiter paa bøg i Danmark. — *Forsti. Forsøgsvaes. Dan.*, vol. 18, n° 2, 1949, pp. 97-326.

TOTH (J.) — Plus que centenaire et plein d'avenir : le Cèdre en France. — *Revue forestière française*, vol. 22, n° 3, 1970, pp. 355-364.

TURC (L.). — Note sur le dépérissement du Chêne pédonculé dans les forêts du plateau nivernais. — *Revue des Eaux et Forêts*, vol. 65, n° 11, 1927, pp. 561-565.

VALLÉE (G.). — Nouvelles contributions à l'étude du rôle du manganèse dans la régénération de la sapinière vosgienne. — Thèse Doct.-Ing., Université de Nancy, 1966, 161 p.