



HAL
open science

Sylviculture et risques sanitaires dans les forêts tempérées 2e partie

Christian Barthod

► **To cite this version:**

Christian Barthod. Sylviculture et risques sanitaires dans les forêts tempérées 2e partie. Revue forestière française, 1995, 47 (1), pp.39-53. <10.4267/2042/26622>. <hal-03444421>

HAL Id: hal-03444421

<https://hal.science/hal-03444421v1>

Submitted on 23 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.



HAL Authorization

biologie et forêt

SYLVICULTURE ET RISQUES SANITAIRES DANS LES FORÊTS TEMPÉRÉES* 2^e partie **

Ch. BARTHOD

FORÊTS IRRÉGULIÈRES ET FORÊTS RÉGULIÈRES

Selon Gayer (1886), « *l'apparition désastreuse de champignons parasites et autres maladies ne date que du temps où la futaie régulière a pris une grande extension ; auparavant il n'en était guère question* ». Sur ce terrain, à la différence de la question des mélanges d'essences, les sylviculteurs français, grands défenseurs de la conversion en futaie régulière, suivront peu leurs confrères allemands. Lorsque l'un d'entre eux aborde très furtivement cette question, c'est avant tout pour relier, souvent à juste titre, la problématique de la régularité à celle de la monospécificité. Ainsi, Boppe (1889) rappelle le principe suivant : « *Plus on se rapproche des moyens naturels, plus on se donne de chances favorables pour voir s'établir le mélange désirable des espèces spontanées. Trop chercher l'uniformité et la régularité, c'est favoriser nécessairement une seule essence et on risque de créer des peuplements purs* ». La plupart du temps, pour caractériser les risques phytosanitaires liés à une structure régulière, les auteurs se limitent donc à émettre une réprobation générale à l'encontre de la multiplication des futaies résineuses monospécifiques, équiennes et régulières, sans jamais s'intéresser à la catégorie de la futaie irrégulière en tant que telle. Huffel (1924) en est un bon exemple : « *Les différents types de forêts sont naturellement très inégalement exposés aux ravages des insectes. En première ligne, parmi les plus atteintes, se rangent les futaies résineuses équiennes, souvent formées d'épicéas ou de pins sylvestres en peuplements purs, sans sous-bois. Ce genre de forêt artificielle est heureusement peu répandu en France* ».

Selon les données de l'Inventaire forestier national (IFN) de 1990, la forêt française compte environ 6,6 millions d'hectares de peuplements réguliers, en comptant les futaies feuillues régulières (environ 2 087 000 ha) et les futaies résineuses régulières (environ 3 542 000 ha), mais en excluant les taillis

* Cette étude a été réalisée à la demande de la 4^e section du Conseil général du GREF.

** La première partie de cet article a été publiée dans le numéro 6/1994 de la *Revue forestière française*, pp. 609-628.

(par ailleurs réputés peu sensibles aux accidents phytosanitaires). Ce chiffre doit être comparé aux effectifs des peuplements irréguliers, soit 4,7 millions d'hectares, en comptant les futaies feuillues irrégulières (environ 305 000 ha), les mélanges futaie feuillue – taillis (environ 3 311 000 ha), les futaies résineuses irrégulières (environ 387 000 ha) et les futaies résineuses sur taillis feuillu (environ 696 000 ha). À première vue, la situation semble avoir donc bien changé depuis Huffel. Par ailleurs, certains des nouveaux peuplements réguliers monospécifiques ont été créés aux limites des conditions stationnelles favorables à l'essence concernée. Ainsi, on estime aux environs de 130 000 ha la surface de futaies d'Épicéas situées à moins de 400 m d'altitude et qui ne sont donc sans doute pas toutes en station ; ces futaies sont probablement quasiment toutes issues de plantations monospécifiques (même si certains échecs localisés ont probablement permis, dans certains cas, l'introduction naturelle de quelques essences spontanées, par bouquets au sein d'une parcelle).

Les forêts irrégulières semblent offrir certains avantages

Gayer (1886) remarque que, dans les vieilles futaies régulières, les tempêtes ont beaucoup plus d'action que dans les futaies irrégulières. Sur des cas particuliers, Woelele (1942, cité par Schwerdtfeger, 1981) constate que les peuplements avec sous-étage et étage d'accompagnement se sont montrés plus aptes à résister à la tempête que des peuplements voisins sans sous-étage. Bosch (1954, cité par Schwerdtfeger, 1981) observe, dans des conditions comparables, une perte moyenne de 103 stères par hectare à cause du typographe dans une pessière équienne, et seulement de 5 stères par hectare dans un peuplement inéquienne. Favre (1970) cite un pourcentage moyen de 10 % du volume d'exploitation en chablis dans les forêts du Val de Travers (près de Neuchâtel), traitées depuis la fin du XIX^e siècle selon la théorie du jardinage cultural, au lieu de 30-35 % sur le Centre de Pontarlier où la plupart des forêts sont traitées en futaie régulière.

Landmann et Fabbri (1989), et Bert (1992), estiment que l'étagement des peuplements est en général un paramètre favorable, diminuant la gravité des crises de vitalité, tout au moins par rapport au type actuel de conduite des peuplements mono-étagés. En analysant les données de notations de 1989 à 1992 des 520 placettes permanentes du réseau systématique CEE, Bouhot et Landmann (1993) constatent que la vitalité des hêtres de peuplements irréguliers, appréciée par la perte de feuillage, est significativement plus élevée que celle des hêtres traités en futaie régulière : dans la grande région des reliefs de l'Est, sur quatre ans, le déficit moyen de feuillage du Hêtre est de 8,8 % en futaie irrégulière, de 11,8 % en futaie régulière de moins de 100 ans et de 14,4 % en futaie régulière de plus de 100 ans. Pour le Sapin pectiné, Bouhot (communication personnelle, 1993) obtient des résultats comparables : dans la grande région des reliefs de l'Est, sur quatre ans, le déficit moyen de feuillage du Sapin est de 10,7 % en futaie irrégulière, de 13,9 % en futaie régulière de moins de 100 ans et de 21,8 % en futaie régulière de plus de 100 ans. Ceci paraît parfaitement convergent avec le fait qu'il est souvent recommandé de traiter ces deux essences en peuplement mélangé irrégulier en montagne.

Plagnat (1950), au terme d'une vaste enquête, affirme que les sapinières traitées en futaie régulière sont le plus dangereusement menacées par le Gui, même si ce dernier existe aussi dans les futaies irrégulières. Néanmoins en 1969, il finit par conclure que le traitement, régulier ou irrégulier, compte moins que l'âge, conclusion qui lui semble être désormais également partagée par les sylviculteurs suisses. Babski (article non daté) rappelle que certains agents biotiques deviennent souvent virulents quand les arbres ont atteint un certain âge, et qu'un organisme pathogène peut donc devenir épidémique dans un peuplement équienne qui atteint cet âge critique, s'il trouve les conditions idéales pour se développer. En réalité, derrière le plaidoyer en faveur du traitement en futaie irrégulière, c'est donc la question du vieillissement excessif de certaines futaies régulières qui est encore une fois incriminée.

● La résistance aux champignons pathogènes

Perrin et Vernier (1979) estiment que le chancre du Hêtre dû à *Nectria ditissima* n'est un problème réel qu'en futaie régulière de Hêtre, alors qu'il est anecdotique en taillis-sous-futaie. D'une façon générale, tout en faisant d'abord remarquer que dans les futaies équennes beaucoup de problèmes sont liés à certaines

classes d'âge, Schwerdtfeger (1981) affirme que des peuplements d'âges différents et à plusieurs étages sont plus résistants vis-à-vis des ravageurs que des peuplements équiennes à fermeture horizontale. Les peuplements bien fermés horizontalement favorisent notamment les champignons pathogènes amateurs d'une grande humidité, comme par exemple *Lachnellula wilkommii* ; cet effet est néanmoins plus variable sur les insectes dont la biologie et les exigences sont très diverses.

● La résistance aux insectes ravageurs

Tirant les enseignements de la grande pullulation de *Dendrolimus pini* en Champagne, de 1892 à 1894, Barbey (1913) recommande d'éviter les grands peuplements équiennes qui sont les plus attractifs pour ce défoliateur. Lors d'une pullulation de la géométride du Pin *Bupalus piniarius*, Engel (1942, cité par Schwerdtfeger, 1981) dénombre légèrement plus d'ennemis de la chenille dans les couronnes des pins en peuplement pur irrégulier que dans les couronnes des pins en peuplement pur régulier, mais moins que dans les pins en mélange. De même, le pourcentage de chrysalides parasitées des peuplements purs irréguliers de pins se situe entre celui des peuplements purs réguliers et celui des peuplements mélangés. Géri (1979) note que le nombre de strates du peuplement est toujours lié négativement avec le niveau de population de la chenille processionnaire du Pin. Pour Schwerdtfeger (1981), le chermès *Dreyfusia nusslini* n'occasionne des dégâts que dans les sapinières équiennes, alors qu'en futaie jardinée ses dommages sont de faible importance. En étudiant la forêt de Lyons (Normandie), Malphettes (1977) remarque que les hêtres de l'étage dominant des taillis-sous-futaie, à l'écorce épaisse, ne sont absolument pas attaqués par la cochenille *Cryptococcus fagi*, et que l'insecte ne pullule qu'en futaie. Barbey (1913) et Joly (1955) observent que les vastes coupes rases auxquelles conduit la plupart du temps le traitement en futaie régulière favorisent les grandes invasions d'hylobes.

Dans les futaies régulières d'épicéas d'une centaine d'années du massif de Belledonne, Brossier (1969) rappelle que les bois scolytés représentent 25-30 % du volume réalisé. Barbey (1913) observe les dégâts limités du curvidenté (*Pityokteines curvidens*) en 1905 dans les peuplements irréguliers de Sapin de la région de Saint-Dié - Senones - Rambervillers, par opposition aux gros dégâts causés en 1897 aux sapinières régulières du versant alsacien des Vosges, car cet insecte recherche surtout des arbres d'âge moyen ou élevé. De fait, le traitement des conifères en futaie irrégulière est parfois présenté comme une stratégie de gestion des risques découlant du comportement de certains insectes sous-corticoles qui n'attaquent que certaines catégories de diamètre ; ainsi le typographe (*Ips typographus*) n'attaque pas les épicéas de petit diamètre, où le développement de ses larves serait handicapé. La futaie irrégulière, plus favorable au développement du houppier des gros arbres, mais maintenant un certain nombre d'arbres de plus petit diamètre à l'état dominé, est déjà un milieu *a priori* moins favorable au typographe que les futaies équiennes d'un certain âge connaissant des problèmes. Mais il paraît également raisonnable de penser qu'une éventuelle pullulation ne détruirait pas entièrement la capacité du peuplement à reconstituer une structure horizontale et verticale stable.

Mais la futaie irrégulière semble connaître aussi des problèmes

Lorsque le vent dépasse un certain seuil de violence, la futaie jardinée ne résiste pas nécessairement mieux que les futaies régulières aux alentours. Ainsi un chroniqueur anonyme de la *Revue des Eaux et Forêts* décrit-il ce qui reste des 1 010 ha de la sapinière jardinée du Fresnois, à 1 000 m d'altitude dans le Haut-Jura, après l'ouragan de 1890 : « un fouillis inextricable de chablis, de volis, de troncs, de quilles, de chandeliers, de branches, de cimes, de houppiers, à épuiser toute la nomenclature de nos technologies forestières ».

Nageleisen (1992) décrit un dépérissement de hêtres sans cause biotique apparente, dans une futaie irrégulière et mélangée de Hêtre et de Sapin pectiné, sur un sol brun calcique humifère, à 900 m d'altitude, en forêt communale de Leschères (Jura).

Frölich (1931, cité par Schwerdtfeger, 1981) observe que les peuplements irréguliers naturels d'épicéas des Carpates sont aussi attaqués par le champignon lignivore *Trametes pini* que les peuplements cultivés depuis longtemps.

Henry (1904) décrit le démarrage d'une pullulation d'une arpeuteuse du genre *Boarmia* dans une vaste futaie jardinée de Sapin pectiné, à Ambert, qui donne l'aspect d'une forêt parcourue par le feu à une certaine d'hectares de cette forêt irrégulière. Géri et Goussard (1984) concluent leur étude de la gradation de *Diprion pini* dans le sud du Bassin parisien en estimant qu'une futaie jardinée est aussi vulnérable qu'une futaie équienne vis-à-vis de cet insecte défoliateur du Pin sylvestre.

Silvio (1897) a observé les attaques conjointes de curvidenté, d'armillaire et de *Cronartium amorphum* dans une futaie irrégulière et mélangée près de Neuchâtel, aboutissant au dépérissement sévère du peuplement (cf. supra). Maugard (1992) décrit des mortalités par taches de 0,1 à 0,3 ha dans un peuplement irrégulier de pins, suite à une attaque simultanée de l'hylésine, du scolyte acuminé et du scolyte bidenté, dans la forêt communale de Saint-Lary-Soulan (Hautes-Pyrénées).

Du Merle (communication personnelle, 1993) rappelle que certains lépidoptères, comme le papillon de la chenille processionnaire du Pin ou celui de la tordeuse des bourgeons de l'Épinette, cherchent des arbres dont la silhouette se détache bien, pour pondre. Le traitement en futaie irrégulière, lorsqu'il permet aux essences sensibles d'accéder à l'étage dominant, peut donc parfois renforcer la vulnérabilité globale du peuplement, en favorisant la ponte sur le sommet des arbres les plus hauts et la dissémination des chenilles qui tombent sur les arbres de l'étage dominé et du sous-bois. Dans le cas de la tordeuse des bourgeons de l'Épinette, on semble constater moins de dommages lorsque les cimes sont jointives et qu'il n'existe pas de sous-étage. Par ailleurs, l'ouverture plus grande des peuplements irréguliers, voire certaines petites trouées bien ensoleillées, peut favoriser un microclimat plus chaud, favorable à certains ravageurs, notamment pour les lépidoptères ravageurs qui se chrysalident dans la litière ou dans le sol.

Que peut-on penser de la question du traitement en futaie régulière ou irrégulière ?

On constate aisément que le dossier semble beaucoup moins étoffé que pour la question du mélange, tout au moins au terme d'une revue bibliographique dominée par les sources françaises. Peut-être cela tient-il en partie à la relative indifférence française face à cette question, et au choix clairement affirmé pour la futaie régulière depuis un siècle et demi. Notre difficulté d'accès aux sources germaniques ou d'Europe orientale empêche de confirmer ou d'invalider cette hypothèse. Par ailleurs, cette question est parfois un peu artificielle, dans la mesure où la question du mélange des essences est loin d'être toujours indépendante du type de structure du peuplement. Néanmoins, le bilan de cette revue bibliographique est loin d'emporter définitivement l'opinion en faveur du traitement en futaie régulière ou du traitement en futaie irrégulière.

La réflexion est singulièrement compliquée par le fait que les observations de terrain portent nécessairement sur des peuplements particuliers, issus d'une histoire sylvicole précise et par ailleurs souvent mal décrits, et non sur une comparaison scientifique entre traitements, respectant des modalités expérimentales rigoureuses et permettant une comparaison effective. Alors que le concept de mélange est relativement simple à appréhender, à partir des essences concernées et de leurs proportions relatives, les problèmes de structure spatiale (horizontale et verticale) sont plus complexes à analyser. Derrière la vaste catégorie des peuplements réguliers se cachent en réalité des sylvicultures possibles assez différentes, ainsi que la question de la taille des unités homogènes contiguës (dont celle de la taille des coupes rases). De même, l'ensemble des peuplements irréguliers va du jardinage pied à pied aux futaies par parquets plus ou moins étendus. Les conclusions sont donc nécessairement fragiles. Le cas échéant, elles mettent en cause au moins autant un type particulier de sylviculture qu'un type de traitement.

En dehors d'un avantage probable face au risque de chablis (du moins en comparaison avec des futaies denses d'arbres à fort coefficient d'élancement), l'argument le plus fort en faveur de la stabilité plus

grande des peuplements irréguliers face aux risques phytosanitaires tient au processus d'irrégularisation à l'œuvre dans les peuplements naturels (cf. supra). Dans leur état climacique, les peuplements de *Pinus contorta* évoluent effectivement vers une structure irrégulière dont la stabilité était *a priori* peu évidente pour une essence de lumière aussi caractéristique. Mais nous avons également vu que cette irrégularisation était parfois une étape dans le changement de la composition spécifique du peuplement, très généralement au profit des essences tolérantes à l'ombrage au cours de leurs premières décennies. Il faut enfin rappeler que les peuplements naturels irréguliers sont loin de se présenter tous sous l'aspect d'une futaie jardinée pied par pied : on observe souvent en Europe une structure horizontale par bouquets sur des surfaces allant d'une dizaine d'ares à plusieurs hectares.

Dans ce contexte, lorsque le sylviculteur veut favoriser une essence indigène (ou une association d'essences indigènes) par ailleurs bien en station, il paraît possible de faire l'hypothèse suivante pour ce qui concerne les risques phytosanitaires : ou bien cette essence (ou cette association d'essences) représente le plus haut degré d'évolution de la dynamique de végétation pour ce type de station, et il est raisonnable de penser que la futaie irrégulière sera plus stable ; ou bien cette essence ne représente qu'une étape dans la succession de végétation, et on peut penser que la futaie irrégulière connaîtra une lente dérive au profit des essences d'ombre, évolution que les insectes ravageurs et les champignons ne pourront très normalement que favoriser ou même accélérer. Dans ce dernier cas, la situation ne sera pas fondamentalement différente de celle de la futaie régulière. La différence entre les deux modes de traitement risque d'être d'autant plus ténue que la taille des unités élémentaires de gestion d'une futaie régulière sera petite et bien adaptée à l'échelle des variations locales de stations.

SYLVICULTURE ET ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DU PEUPEMENT

S'il y a bien un consensus entre forestiers de tous pays et de toutes spécialités, c'est pour souligner que la vigueur des arbres contribue fortement à la résistance des peuplements aux accidents sanitaires. Déjà Baudrillart (1825) remarquait que « *le bostriche s'établit de préférence dans le liber des sapins et épicéas malades, de même que dans les arbres de ces espèces qui sont renversés par les vents* ». Pour empêcher sa trop grande multiplication, « *il faut, ainsi que le prescrivent d'ailleurs les bons principes de l'économie forestière, que les forêts d'arbres résineux soient éclaircies de temps en temps* ». Néanmoins, il remarque : « *Toutefois, il est possible que la forêt la mieux tenue et la plus sagement administrée se trouve attaquée par suite du voisinage d'une autre forêt mal dirigée. On ne sera donc en sûreté contre le mal que lorsque les bons principes de l'économie forestière seront généralement en pratique* ». Dans le même esprit, Pardé (1974) insiste sur la possibilité de jouer sur la sylviculture pour créer des conditions défavorables à la biologie de certains insectes ravageurs, tout en favorisant la vigueur des arbres, prônant ainsi une véritable lutte intégrée.

Sans entrer dans le détail d'une littérature extrêmement abondante sur les facteurs qui conditionnent la vigueur des peuplements, et notamment sans aborder la question du choix des essences et de l'adaptation de l'essence à la station, on se limitera à quelques brèves réflexions dans des domaines qui ont fait l'objet d'une attention particulière au cours des dix dernières années.

La concurrence et l'alimentation hydrique

Lors des grandes attaques d'*Ips acuminatus* en forêt d'Orléans au cours des années 1970, Schvester (1982) observe préférentiellement des foyers de mortalités sur des bouquets de pins sylvestres âgés implantés sur des sols podzoliques à pseudogley (très défavorables à l'enracinement), ainsi que dans des jeunes peuplements trop serrés, car non éclaircis. Il met l'ampleur de ces attaques en relation avec les caractéristiques d'une série d'années climatiques marquées par le contraste entre un excès d'eau en hiver et au début du printemps, et une forte sécheresse estivale qui se prolonge nettement en septembre et parfois jusqu'au début d'octobre. D'une manière plus générale, pour Joly (1977), les perturbations physiologiques accompagnant le déficit des réserves d'eau dans le sol sont une des causes de mise en condition des arbres ou des peuplements, particulièrement favorables à l'attraction et à l'installation des

insectes sous-corticales et xylophages. Nef (1992) rappelle que les sécheresses prolongées, les plantations trop serrées, les peuplements trop âgés et les conditions édaphiques défavorables peuvent disposer un arbre aux attaques d'ipides. Néanmoins, Croisé *et al.* (1993) rappellent, à partir d'expérimentations sur jeunes pins sylvestres, qu'un stress hydrique modéré peut stimuler les réactions de défense d'un arbre (néosynthèse de résine localisée aux alentours immédiats du point d'agression), alors qu'un stress sévère peut diminuer, voire inhiber, ces réactions. Il pourrait donc exister un seuil de stress de part et d'autre duquel les effets de la sécheresse sur les réactions de défense seraient inverses.

À partir des travaux menés dans le cadre du programme DEFORPA, notamment ceux de Becker et Lévy (1988), Landmann (1992) constate que les sapinières actuellement les plus dépérissantes étaient souvent nettement plus serrées il y a quelques décennies que celles qui sont restées saines. Ce constat lui semble compatible avec une compétition exacerbée pour l'eau lors d'une série d'années sèches, qui reste l'explication la plus convaincante pour l'initiation de cette crise de la sapinière vosgienne. La variété des situations observées conduit l'auteur à mettre en cause, non une simple insuffisance d'éclaircies, mais plutôt une adaptation insuffisante du régime des éclaircies aux différents types de station. Faisant la synthèse de divers travaux français et américains, Aussenac (1993) rappelle qu'il est possible de diminuer à la fois l'intensité et la durée du stress hydrique, par des dégagements et éclaircies vigoureux, ainsi que par la lutte contre la concurrence de la strate herbacée, voire l'enlèvement du sous-bois en période difficile. Lors de la préparation d'une plantation, les labours et sous-solages, suivis d'un temps de repos suffisant pour permettre une remise en place du sol, conduisent à un approfondissement du profil utile du sol (à la condition de ne pas créer de semelle de labour).

La nutrition minérale

À partir d'une réflexion sur le dépérissement de certains peuplements sur des sols acides déjà chimiquement pauvres et en cours d'appauvrissement dans l'Est de la France (Le Goaster *et al.*, 1991), Landmann (1992) s'interroge sur le rôle du sylviculteur dans une forêt où la nutrition minérale est, ou risque d'être à moyen terme, un facteur de fragilisation de l'écosystème. Faut-il limiter l'implantation d'essences productives à des sols suffisamment pourvus en éléments minéraux ou faut-il envisager la restitution à l'écosystème d'une quantité d'éléments minéraux suffisante pour passer un cap difficile ? L'écorage en forêt présenterait un grand intérêt biologique pour ces sols pauvres, car son abandon double pratiquement les exportations d'éléments minéraux (Ranger et Bonneau, 1986). Ces derniers auteurs plaident d'ailleurs pour réserver aux sols pauvres les futaies à longue révolution d'essences frugales productrices de bois d'œuvre, afin de maîtriser la fertilité du sol et d'éviter les crises liées à des problèmes de nutrition minérale. En effet, de ce point de vue, l'action du sylviculteur est loin d'être négligeable en choisissant l'essence, en fixant la durée de la révolution, puis en déterminant la partie de la biomasse produite qu'il exporte.

Selon Jactel et Menassieu (1993), le développement de la fertilisation des landes, au cours des années 1960 et 1970 a marqué une recrudescence des dégâts de *Dioryctria sylvestrella* sur Pin maritime. Ross et Berisford (1990) ont montré comment les interventions sylvicoles qui améliorent l'alimentation hydrique et la nutrition minérale des jeunes plantations de *Pinus taeda* favorisent les attaques de *Rhyacionia frustrana*. Au terme d'une expérimentation, Selander et Immonen (1991) ont montré que la fertilisation NPK, et dans une moindre mesure PK, augmente les dégâts causés par l'hylobe sur les jeunes plants de pins. D'une façon plus générale, Baule et Fricker (1967) ont effectué une revue bibliographique sur l'influence de la fertilisation sur la résistance des arbres forestiers aux agressions. Un bon état de nutrition potassique semble généralement freiner les attaques d'insectes suceurs, alors qu'une fertilisation azotée paraît les favoriser. L'apport d'azote, d'une fertilisation NPK et surtout d'amendements calcaires, freinerait les attaques de défoliateurs et semble avoir un effet dépressif sur la survie des jeunes chenilles de bombyx disparate. Une bonne teneur en potassium dans les feuilles freinerait les attaques de rouille et de *Marssonina brunea* sur les peupliers (attention : une fumure azotée abaisse la teneur des feuilles en K). Le potassium freine les attaques d'oïdium, alors que l'azote les favorise. Le potassium augmente la résistance au

gel. Concernant l'influence de la nutrition minérale sur les arbres forestiers, Bonneau (1990, 1993) estime que l'idéal est une nutrition minérale correcte, mais pas optimale.

La vigueur

La vigueur est un concept qui paraît intuitivement évident, mais qui se révèle très complexe à l'analyse. Dans la suite des réflexions, elle sera appréhendée, de façon réductrice, par l'intensité de la croissance en diamètre. Elle semble donner très généralement un avantage certain aux arbres soumis à une agression. Pour Lieutier (1991), les arbres à faible productivité seraient capables de supporter victorieusement un moins grand nombre d'attaques de scolytides que les arbres à forte productivité. Peut-être faut-il surtout raisonner en termes de productivité instantanée et non de productivité moyenne. En effet, Berryman (1982) a montré l'attaque préférentielle de *Dendroctonus ponderosae* sur des arbres au phloème épais (c'est-à-dire qui ont connu une croissance forte au cours des dix à quarante dernières années), mais qui se caractérisent par une brutale réduction de vigueur : il semble exister un seuil critique où la résistance de l'arbre est très significativement affaiblie, mais où le phloème demeure assez épais pour permettre un bon développement des larves, et donc une bonne dynamique de population. De même, à partir d'une étude dendrochronologique rapide dans une pessière du Meygal, Abgrall (1993) estime que le typographe attaque préférentiellement, au moins dans un premier temps, les arbres vigoureux qui connaissent brutalement une crise de croissance, et non les arbres qui ont toujours poussé lentement. Mais cette approche au niveau de l'arbre ne peut dispenser d'une approche au niveau du peuplement. En effet, Chararas (1959, 1962) constate que ce qui compte pour les scolytides, c'est moins la vitalité générale de chaque arbre en particulier que l'état physiologique général de la zone où s'installent les insectes. En effet, au-delà d'un certain seuil d'attaque dépendant de l'effectif des populations de scolytes qui se sont développés sur les premiers arbres attaqués, aucun arbre ne peut résister, même très vigoureux. La présence d'arbres vigoureux connaissant brutalement une crise représente donc un danger majeur pour l'ensemble du peuplement.

Il faut par ailleurs souligner les résultats souvent contradictoires, et toujours difficiles à interpréter, des expérimentations nord-américaines et est-européennes concernant l'influence de l'intensité des éclaircies sélectives sur la vulnérabilité des peuplements éclaircis aux attaques de scolytes (Lang *et al.*, 1978 ; Waters *et al.*, 1985 ; Amman, 1989 ; Kolk, n.d.). Alors que la vigueur individuelle des arbres est incontestablement accrue, les attaques de scolytes ne font pas toujours moins de dommages (parfois davantage) dans les deux ou trois années qui suivent l'éclaircie, par comparaison avec des témoins non éclaircis. En se fondant sur les observations et hypothèses de Berryman (1982), on peut penser que l'éclaircie n'est effectivement pas en mesure de changer rapidement les deux termes qui paraissent déterminants : l'épaisseur du phloème (qui fait l'attractivité des arbres) et la vigueur instantanée (qui "contrôle" la réussite ou l'échec des attaques isolées). Ce n'est qu'à terme que l'effet d'une éclaircie (ou plus exactement d'une succession d'éclaircies faites à temps) peut se faire sentir sur la résistance aux scolytes, en favorisant un phloème épais tout en maintenant en permanence les conditions d'une vigueur instantanée individuelle de tous les arbres du peuplement.

Même indépendamment de cette dynamique de peuplement, la vigueur individuelle n'est pas toujours une garantie totale, notamment face à certains insectes. Dans les pessières du Sud du Massif Central, Vouland (1991) constate que les arbres dominés sont souvent moins attaqués que les arbres dominants par le dendroctone (*Dendroctonus micans*), bien que ce ne soit pas toujours vérifié. Il faut également rappeler les observations de Cole et Amman (1980) qui constatent que *Dendroctonus ponderosae* fait ses plus gros dégâts sur les arbres vigoureux d'un certain diamètre, et sur les stations les plus fertiles. Jactel et Menassieu (1993) considèrent la pyrale du tronc *Dioryctria sylvestrella* comme un parasite de vigueur, attaquant plutôt les arbres bien venants surtout lorsqu'ils présentent une lésion de l'écorce : ceci pose bien évidemment des problèmes pour une politique d'élagage. Même en dehors de ces insectes aux *preferenda* particuliers, pour favoriser la résistance aux insectes et aux champignons, Baule et Fricker (1967) concluent que l'optimum n'est ni du côté des croissances très vigoureuses, ni du côté des dépérissements, mais bien entre les deux. Par ailleurs, Folz et Blakeslee (1989) concluent leur étude sur les insectes associés à la sylviculture intensive de *Pinus elliotii* et *Pinus taeda* en Floride,

en estimant que les dommages causés par les maladies et les associations complexes entre insectes et maladies peuvent sérieusement réduire la productivité si des traitements visant à maximiser la croissance sont appliqués sur de vastes étendues.

Les études dendroécologiques de Becker (1987) ont montré le processus de différenciation à l'œuvre dans des peuplements soumis à un stress climatique d'une certaine ampleur. Un certain nombre d'individus est éliminé rapidement, et le reste du peuplement récupère. Mais la courbe de croissance de certains des arbres restants décroche par rapport à celle des plus vigoureux. Ainsi, au fil des crises que le peuplement est amené à subir, s'individualisent des sous-populations caractérisées par une vigueur moindre. On peut penser que les insectes ravageurs et les champignons pathogènes sont capables de les identifier (peut-être directement, peut-être par un mécanisme d'essais et d'échec sur les arbres vigoureux) et de commencer ainsi un processus de sélection naturelle, éliminant les individus les plus faibles. Or c'est très exactement ce processus de sélection des individus qui constitueront le peuplement final que cherche à contrôler le sylviculteur à son profit. Mais ce dernier souffre d'un important handicap en n'étant que partiellement capable d'identifier les individus qui ont commencé à "décrocher" sans pour autant le manifester clairement. C'est pourquoi des indicateurs comme la hauteur relative du houppier, qui reflète bien l'état de concurrence pendant la phase de croissance du peuplement (Landmann et Fabbri, 1989 ; Bert, 1992), sont extrêmement précieux.

Selon Schütz (1981), dans les forêts naturelles, plus rapide est la croissance initiale, et plus vite elle atteint la culmination et ralentit ensuite. Il rappelle que, dans une forêt naturelle d'Europe centrale, les individus atteignant les statures les plus élevées en fin de vie ne sont pas ceux qui croissent le plus vite en jeunesse, mais plutôt ceux qui ont connu un développement lent et continu, ce qui conduit l'auteur à mettre en garde vis-à-vis du risque à sélectionner trop tôt selon la précocité du développement. Ce type de remarques conduit à s'interroger sur la baisse éventuelle de vitalité des arbres à très forte vigueur initiale, et sur l'augmentation concomitante éventuelle de leur sensibilité aux risques phytosanitaires dans la seconde moitié de leur vie. Si cette interrogation était légitime, elle plaiderait plutôt en faveur d'une croissance initiale pas trop forte pour les peuplements à moyenne ou longue révolution, tout au moins dans le cas des essences qui connaissent de sérieux problèmes sanitaires à l'état adulte. Pour ce type d'essences, ceci pourrait aller à l'encontre de la tendance actuelle à la réduction des densités initiales ou aux dépressages précoces. Par ailleurs, Malphettes (1990) met en relation le développement récent des attaques de scolytes sur des plantations de feuillus, avec l'apparition de sylvicultures à grands écartements, sans sous-étage et avec abandon sur place des tiges éliminées par des dépressages énergiques. Il existe donc des questions encore ouvertes sur l'influence des types de sylvicultures modernes vis-à-vis des risques sanitaires.

Quelques conclusions provisoires

Les insectes et les champignons pathogènes sont la partie la plus visible des difficultés sanitaires que peut traverser un peuplement forestier, mais une absence de dommages d'origine biotique n'est pas nécessairement synonyme d'une bonne santé de la forêt. Les dépérissements géographiquement localisés, qui constituent environ 15 % des appels des gestionnaires au Département de la Santé des Forêts, sont loin d'être toujours accompagnés de véritables dommages causés par des champignons ou des insectes. Par ailleurs, les mortalités causées par les organismes dits "nuisibles" ne sont parfois que la révélation (et la résolution naturelle) d'un problème nouveau ou chronique affectant le fonctionnement de l'écosystème forestier. Dans un écosystème forestier peu artificialisé, les pertes de croissance sur une courte période, voire les mortalités éparses, à la suite d'attaques d'agents biotiques favorisés par une série d'événements climatiques incontrôlables, sont inéluctables. Ces dommages ne sont réellement préoccupants que lorsqu'ils conduisent à remettre en cause l'aménagement de la forêt, obligeant alors à réexaminer le bien-fondé des choix précédents et à prendre de nouvelles options lourdes.

Comme le rappelait fréquemment Joly (1955, 1973, 1977), il n'existe pas d'équilibre biologique statique. L'équilibre écologique d'un peuplement forestier relève davantage d'une série d'oscillations autour d'un point de référence qui paraît souvent relativement fixe à l'échelle de l'observation humaine d'un individu

(quelques décennies tout au plus). Mais, sur une échelle de temps plus vaste, il peut se déplacer lui-même, plus ou moins vite. Ce point de référence, qu'on devine mais ne voit jamais vraiment, peut évoluer sous l'effet de facteurs externes (modifications climatiques par exemple), mais aussi en fonction de la propre évolution du peuplement (fermeture du couvert, structuration horizontale et verticale de la végétation, ...), lui-même en interaction avec toutes les autres composantes de l'écosystème dans un jeu complexe d'actions, réactions, interactions et rétroactions. Le véritable enjeu consiste à identifier dans ces crises apparentes celles qu'il suffit d'accompagner et de tenter de contrôler dans la mesure du possible, et celles qui révèlent une véritable évolution négative, parfois très insidieuse, qui ne s'arrêtera pas sans une intervention de l'homme. Dans le premier cas, il est possible, mais pas indispensable, d'adapter la sylviculture pour maintenir les dégâts en deçà du seuil acceptable. Il s'agit essentiellement d'éviter les réductions brutales de croissance du peuplement, en utilisant des techniques sylvicoles appropriées pour placer les arbres dans une situation leur permettant de ne pas subir trop violemment un stress hydrique. Dans le second cas, la révision des options sylvicoles est le seul moyen réellement efficace pour contrôler, voire stopper momentanément, l'évolution négative du peuplement (du point de vue du sylviculteur).

Dans tous les cas, une intervention judicieuse suppose une compréhension suffisante des mécanismes en cause. L'enseignement majeur des crises qu'ont connues différents types d'écosystèmes forestiers plus ou moins artificialisés au cours des deux ou trois dernières décennies est la nécessité d'une approche globale du fonctionnement de l'écosystème forestier, resituant notamment les attaques d'insectes ravageurs et de champignons pathogènes dans un cadre plus général. Cela suppose souvent de s'intéresser à l'alimentation hydrique et minérale des arbres, et plus généralement à l'ensemble des facteurs du milieu qui conditionnent largement la vigueur des arbres et des peuplements soumis à une agression, et leur capacité de récupération. Au cours des vingt dernières années, la recherche forestière française et européenne a montré sa capacité à se mobiliser dans ce domaine pour apporter aux gestionnaires des éléments d'information leur permettant de réagir.

Nota : ce type d'analyse est conforté par le rapport de la mission d'évaluation du Département de la Santé des Forêts (remis au ministre de l'Agriculture et du Développement rural, conjointement par le Conseil général du GREF et par le Conseil général d'Agronomie en janvier 1993) qui précise : « Les données scientifiques catégorielles sont replacées dans le cadre global du fonctionnement d'un écosystème donné. Toutefois, pour des raisons évidentes, la priorité a été donnée aux facteurs entomologiques et pathologiques ; il conviendrait d'accorder maintenant une place plus importante aux facteurs du milieu ».

L'APPROCHE DÉVELOPPÉE PAR LE DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS

Face à l'ensemble des problèmes sanitaires découlant de l'intervention d'agents biotiques ou de difficultés du peuplement liées à des facteurs abiotiques (alimentation en eau, nutrition minérale, ...), le Département de la Santé des Forêts s'efforce de récuser deux types d'approches phytosanitaires possibles, qu'il considère comme des impasses.

La première de ces approches consisterait à considérer les insectes ravageurs et les champignons pathogènes comme des intrus dans un système de production en équilibre avant leur apparition. Elle conduirait tout à fait logiquement à tenter d'éliminer à tout prix ces intrus, en utilisant massivement tous les outils, notamment chimiques, à la disposition du sylviculteur, pour revenir à un état antérieur. Dans ce contexte, le spécialiste phytosanitaire est avant tout un expert du diagnostic et un prescripteur ; il s'interdit plus ou moins de rechercher un lien éventuel entre la sylviculture choisie par le gestionnaire et les accidents sanitaires pour lesquels il est appelé. Dès lors le sylviculteur s'expose à entrer, sans véritable réflexion préalable, dans un cycle infernal de traitements coûteux dont il n'est pas sûr que la production sauvée puisse toujours payer la facture.

La seconde de ces approches consisterait à considérer que les accidents phytosanitaires sont toujours la sanction d'erreurs sylvicoles, conscientes ou non. Elle conduirait tout à fait logiquement à faire du

diagnostic phytosanitaire le juge infaillible des choix du gestionnaire. Dans ce contexte, le spécialiste phytosanitaire est quasiment seul habilité à arbitrer entre bonnes sylvicultures et sylvicultures irresponsables. Dès lors le sylviculteur s'expose à accepter une possible "dictature" d'une expertise écologique qui se croirait habilitée à définir seule des modèles de gestion, dont l'inspiration relèverait inévitablement de l'expérience partielle et des convictions de celui qui parle, ou bien encore de références tirées de considérations sur les forêts naturelles réputées ignorer en grande partie les problèmes phytosanitaires.

À la première de ces approches, il est légitime de rappeler qu'elle paraît intenable dans des milieux encore largement peu artificialisés, car elle sous-estime gravement les interactions entre les conditions édaphiques, le peuplement et le reste de la faune et de la flore de l'écosystème considéré, et surestime non moins gravement les moyens techniquement et économiquement mobilisables pour échapper à ces interactions. À la seconde approche, il est possible de rappeler la légitimité *a priori* des choix d'un propriétaire soucieux de tirer un revenu de sa forêt dès lors qu'il ne favorise pas de processus irréversibles, sans parler de l'incompétence des entomologistes et pathologistes à prétendre définir seuls des modèles sylvicoles. L'observation montre en effet que certains choix sylvicoles minimisent l'impact de certains insectes ravageurs ou champignons pathogènes, dans le même moment où ils favorisent la dynamique d'autres agresseurs.

Face à ces deux impasses, le Département de la Santé des Forêts propose de raisonner avec le propriétaire et/ou gestionnaire en terme d'analyse de risques, en intégrant l'ensemble du diagnostic du milieu. Ce type d'approche suppose de pouvoir procéder à une analyse rapide des facteurs limitants dans le fonctionnement du peuplement forestier, tel qu'il est observé au moment de la visite de terrain, mais aussi d'intégrer autant que faire se peut son histoire qui conditionne parfois fortement sa capacité de réaction face à l'agression. C'est pourquoi le Département de la Santé des Forêts emploie des ingénieurs et techniciens forestiers compétents dans les disciplines nécessaires à la typologie des stations forestières et formés aux problèmes entomologiques et pathologiques, et non des spécialistes de l'entomologie ou de la pathologie. L'intervention de ceux-ci (CEMAGREF, INRA, ...) est sollicitée en appui technique, en tant que de besoin. Le problème prioritaire n'est pas l'insecte ou le champignon, mais bien le peuplement forestier en interaction avec une agression d'origine biotique ou abiotique, et dont la réaction ne peut être correctement appréhendée que dans le cadre plus général du fonctionnement de l'écosystème forestier local.

La sylviculture (incluant le choix des essences privilégiées) est un paramètre très important de ce fonctionnement, même s'il n'est pas le seul (cf. le climat et la station). Ses conséquences peuvent parfois être analysées en terme de prédisposition, rendant le peuplement plus sensible à un type particulier de problème sanitaire. Même dans ce cas de figure, la "sanction" est loin d'être toujours immédiate, ni même évidente dans un lien de cause à effet. Par ailleurs, au niveau d'une parcelle, certains accidents sanitaires ne peuvent pas être nécessairement imputés à une prédisposition créée par la sylviculture du propriétaire ou gestionnaire qui en subit les effets. Car la parcelle subit aussi les effets de certaines interactions avec l'ensemble du massif, comme c'est le cas notamment avec les scolytides (Chararas, 1962) ou avec le lophyre du Pin (Géri et Goussard, 1985).

À la lumière de l'état actuel des connaissances, après avoir esquissé le cadre général des facteurs en interaction avec le problème identifié, il appartient au seul propriétaire et/ou gestionnaire de prendre ses décisions en fonction de ses objectifs et de ses contraintes (dès lors que sa décision isolée peut avoir un sens). Cela suppose toujours de déterminer le niveau acceptable de dégâts. Dans certains cas, la décision du propriétaire et/ou gestionnaire n'a de sens possible que dans le cadre d'une action collective, dont la responsabilité a été confiée aux Directions régionales de l'Agriculture et de la Forêt (SRFB) par le décret de compétence de 1985. Aux niveaux national, régional et départemental, l'action collective ne peut pas concerner que la seule lutte active. En effet, en prônant implicitement ou explicitement certains modèles sylvicoles au travers de la vulgarisation technique et de l'attribution de subventions ou d'avantages fiscaux, les partenaires forestiers contribuent à favoriser collectivement et souvent inconsidérément certains types de risques sanitaires, dans le même temps où ils mènent une lutte efficace

contre d'autres. Entre autres exemples, ceci concerne, dans un sens comme dans l'autre, la liste des essences subventionnées, la surface minimale des projets de boisement aidés, les densités de plantation recommandées, l'exemption trentenaire de la taxe sur le foncier non bâti accordée aux seuls boisements artificiels, ou encore les programmes de recherche et de vulgarisation en génétique et en sylviculture.

Dans tous les cas, il est indispensable que les décideurs aient en mains tous les éléments techniques du dossier, c'est-à-dire l'état des connaissances sur la question, avec ses certitudes scientifiques et ses fortes probabilités, mais aussi ce qu'on appelle le "dire d'experts", découlant du recul temporel et spatial de l'expérience de multiples observateurs. Il leur appartient ensuite de choisir le niveau de risque qu'ils considèrent comme acceptable. C'est pourquoi le Département de la Santé des Forêts attache une grande importance, d'une part au lien continu avec la recherche forestière française et étrangère, d'autre part à la constitution progressive d'une mémoire phytosanitaire en France. Ce n'est que dans ce contexte qu'il est possible d'intégrer une réflexion sur la sylviculture dans le dialogue avec le propriétaire et/ou gestionnaire confronté à des choix de stratégie de lutte phytosanitaire préventive ou curative. La jeunesse du Département de la Santé des Forêts l'incite à une forte humilité dans ce domaine.

Ch. BARTHOD
Chef du Département de la Santé des Forêts
DIRECTION DE L'ESPACE RURAL
ET DE LA FORÊT
Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
1 ter, avenue de Lowendal
F-75349 PARIS 07 SP

Remerciements

Mes remerciements vont à tous ceux qui ont accepté de relire ce texte et de me faire part de leurs commentaires et expériences : L. Bouhot-Delduc, J. Dubourdiou, G. Landmann, J. Lévioux, C.-B. Malphettes, P. du Merle et F. Mortier, ainsi qu'à G. Pignard qui a effectué pour moi quelques dépouillements supplémentaires des données de l'Inventaire forestier national (IFN) et C. Pugin qui m'a aidé dans ma recherche documentaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ABGRALL (J.-F.), JUVY (B.). — Des nouveautés sur le typographe. — *La Lettre du Département de la Santé des Forêts*, n° 5, 1993, p. 1.
- ABRAMENKO (I.D.), SAMILYAK (S.I.). — Oak dieback in the ancien oak forest reserve "Forest on the Vorskla" and in the surrounding forest steppe woodlands. — *Lesovodstvo i Agrolesomeliorsiya*, n° 67, 1983, pp. 36-40.
- AMMAN (G.D.). — Why partial cutting in lodgepole pine stands reduces losses to mountain pine beetle. In : Proceedings of the symposium on the Management of Lodgepole Pine to Minimize Losses to the Mountain Pine Beetle. — *USDA Forest Service General Technical Report INT-262*, 1989, pp. 48-59.
- AMMAN (G.D.), COLE (W.E.). — Mountain Pine Beetle Dynamics in Lodgepole Pine Forest. Part II : Population Dynamics. — *USDA Forest Service General Technical Report INT-145*, 1983, 59 p.
- (Anonyme). — L'invasion des bostryches dans les forêts de l'Est de la France. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1948, pp. 460-468.
- (Anonyme). — Voyages d'étude en Tchécoslovaquie (3^e partie). — *Revue des Eaux et Forêts*, 1929, pp. 149-169.
- ARBOIS DE JUBAINVILLE (A. d'). — Mycologie forestière. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1892, pp. 120-126.
- ARBOIS DE JUBAINVILLE (A. d'). — Le *Trametes radiciperda*. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1875, pp. 105-108.
- ARBOIS DE JUBAINVILLE (A. d'), VESQUE (J.). — Les Maladies des plantes cultivées, des arbres fruitiers et forestiers. — Paris : J. Rothschild Éditeurs, 1878. — 328 p.
- AUSSENAC (G.). — Déficits hydriques et croissance des arbres forestiers. — *Forêt Entreprise*, n° 89, 1993, pp. 40-46.
- BARBEY (A.). — La Forêt française envisagée dans son ensemble au point de vue de la résistance aux attaques des insectes. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1933, pp. 161-166.
- BARBEY (A.). — Traité d'entomologie forestière à l'usage des sylviculteurs. — Paris, Nancy : Berger-Levrault, 1925. — 749 p. (première édition 1913).

Ch. BARTHOD

- BARBEY (A.). — Une invasion de la tordeuse du Sapin dans les forêts d'Alsace. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1931, pp. 132-136.
- BAUDRILLART (J.-J.). — Dictionnaire général, raisonné et historique des Eaux et Forêts. — 2 tomes. — Paris : Huzard ; Arthus Bertrand ; Warée. — Tome 1, 1823 ; tome 2, 1825. — 1 008 p.
- BAULE (H.), FRICKER (C.). — La Fertilisation des arbres forestiers. — München : Bayerisches Landwirtschaftliches Verlag, 1969, pp. 207-214. — XVI-256 p. (Édition allemande de 1967).
- BECKER (M.). — Bilan de santé actuel et rétrospectif du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges : étude écologique et dendrochronologique. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 44, n° 4, 1987, pp. 379-402.
- BECKER (M.), LE TACON (F.). — Santé de la forêt : importance d'une sylviculture adaptée aux conditions du milieu. — *Revue forestière française*, vol. XXXVII, n° spécial "Regards sur la santé de nos forêts", 1985, pp. 7-28.
- BECKER (M.), LÉVY (G.). — À propos du dépérissement des forêts : climat, sylviculture et vitalité de la sapinière vosgienne. — *Revue forestière française*, vol. XL, n° 5, 1988, pp. 345-358.
- BERRYMAN (A.A.). — Mountain Pine Beetle Outbreaks in Rocky Mountains Lodgepole Pine Forests. — *Journal of Forestry*, 1982, pp. 410-413.
- BERT (D.). — Influence du climat, des facteurs stationnels et de la pollution sur la croissance et l'état sanitaire du Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) dans le Jura : étude phytoécologique et dendrochronologique. — Nancy : Université de Nancy I, 1992. — 199 p. (Thèse).
- BONNEAU (M.). — La Fertilisation des arbres forestiers. — Compte rendu du 3^e Colloque "Sciences et Industries du bois", ARBORA, 14-15 mai 1990. — Tome 2, pp. 415-424.
- BONNEAU (M.), LANDMANN (G.), GARBAYE (J.), RANGER (J.), NYS (C.). — Gestion et restauration de la fertilité minérale des sols. — *Revue forestière française*, vol. XLVI, n° 5 spécial "Les Dépérissements des arbres forestiers. Causes connues et inconnues", 1994, pp. 579-585.
- BOPPE (L.). — Traité de sylviculture. — Paris, Nancy : Berger-Levrault, 1889. — XXXVI-444 p.
- BOUHOT (L.), LANDMANN (G.). — Dépérissement des forêts et pollution atmosphérique : le réseau européen d'observation des dommages. In : La Santé des forêts (France) en 1992. — Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DERF-Département de la Santé des Forêts), 1993. — pp. 47-54 et pp. 83-95.
- BOUHOT-DELUD (L.), LÉVY (A.). — Rôle de la chenille processionnaire du Pin dans les dépérissements du Pin maritime landais en 1990 et 1991. — *Revue forestière française*, vol. XLVI, n° 5 spécial "Les Dépérissements des arbres forestiers. Causes connues et inconnues", 1994, pp. 431-436.
- BROSSIER (J.). — Réflexions sur le Gui du Sapin pectiné. — *Revue forestière française*, vol. XXI, n° 6, 1969, pp. 558-561.
- BURGESS (R.L.), SHRAPE (D.M.) Éd. — Forest island dynamics in man-dominated landscapes. — New-York, Heidelberg, Berlin : Springer Verlag, 1981. — XVII-310 p.
- CHARARAS (C.). — L'influence des conditions climatiques sur l'évolution des scolytides : compte rendu de plusieurs années d'expérimentation dans des forêts de Haute-Savoie. — *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts*, tome XVI, fascicule 2, 1959, pp. 136-167.
- CHARARAS (C.). — Scolytides des conifères. — Éditions Lechevalier, 1962. — 556 p.
- COCHET (P.). — Étude et culture de la forêt : manuel pratique de gestion forestière. — Nancy : École nationale des Eaux et des Forêts, 1959. — 234 p.
- COLE (W.E.), AMMAN (G.D.). — Mountain Pine Beetle Dynamics in Lodgepole Pine Forests. — *USDA Forest Service General Technical Report INT-89*, 1980. — 56 p.
- COT (Th.). — Synthèse sur les pratiques en foresterie écologique. — Nancy : ENGREF ; Ecosphère, 1992. — 121 p.
- COTTA (H.). — Principes fondamentaux de la science forestière. — 2^e édition. — Paris, Nancy : G. Grimblot, Bouchard-Huzard ; 1841 (1^{re} édition allemande en 1804). — 495 p.
- COULON (M. de). — Composition des peuplements et dégâts du bostryche curvidenté. — *Journal forestier suisse*, n° 7-8, 1949, pp. 355-360.
- CROISÉ (L.), DREYER (E.), GRANIER (A.), LIEUTIER (F.). — Stress hydrique, photosynthèse et réactions du Pin sylvestre à des agressions fongiques. — Communication au Colloque d'agrométéorologie "Forêt et climat", Paris 12-13 mai 1993.
- DÉMOLIN (G.). — Rapport de mission au Québec. — INRA, 1977 (document interne).
- DUCHIRON (M.-S.). — Gestion des futaies irrégulières et mélangées : synthèse bibliographique. — Besançon : Société forestière de Franche-Comté, 1992. — 124 p. + annexes.
- ENGREF. — Les Incidences des enrésinements, compte rendu de la table ronde du 17 juillet 1973. — ENGREF, 1976. — 53 p.
- FAVRE (L.A.). — Politique forestière et jardinage cultural. Cité par I. Herbert et F. Rebeiro : Les futaies jardinées privées des hautes chaînes du Jura (mémoire de 3^e année ENITEF, 1981, 125 p. + annexes).
- FOLZ (J.L.), BLAKESLEE (G.M.). — Insects associated with the intensive culture of *Pinus elliottii* and *P. taeda* in Florida. In : Insects affecting reforestation : biology and damage. Proceedings of a meeting of the IUFRO working group on insects affecting reforestation / R.I. Alfaro and S.G. Glover Ed., 1989. — pp. 19-27.
- FRATIAN (A.). — The influence of the structure and age of oak stands on the defoliation caused by *Lymantria dispar*. — *Revista Padurlor*, vol. 88, n° 9, 1973, pp. 488-491.
- GAIL (de). — La Nonne ou le bombyx moine. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1891, pp. 489-501 et pp. 551-562.
- GAIL (de). — Une invasion de bostryches dans les Vosges. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1905, pp. 193-201.
- GAYER (D.K.). — Sylviculture. — Gustave Stock Éd., 1891 (traduction du texte publié en allemand en 1886). — 678 p.
- GÉRI (C.). — Application des méthodes d'études démécologiques aux insectes défoliateurs forestiers : cas de *Diprion pini* et dynamique des populations de la processionnaire du Pin dans l'île de Corse. — Université Paris-Sud, 1980. — 350 p. (Thèse).

- GÉRI (C.). — Relations entre les niveaux de population et les caractéristiques de l'environnement forestier. — Communication au colloque IUFRO-OILB sur la processionnaire du Pin, Jérusalem, 1979.
- GÉRI (C.), GOUSSARD (F.). — Évolution d'une nouvelle gradation de lophyre du Pin dans le Sud du Bassin parisien : développement de la gradation jusqu'en 1982 et relations avec les facteurs du milieu. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 41, n° 4, 1984, pp. 375-404.
- GÉRI (C.), GOUSSARD (F.). — Observations sur l'incidence du mélange résineux feuillu au cours d'une gradation du lophyre du Pin dans le Sud du Bassin parisien. In : Conséquences de la monoculture des résineux et alternatives possibles. — CNRS, 1985.
- GERSCHEL (J.), HENRY (E.). — Commentaires et annotations sur la traduction française du Traité des maladies des arbres de Robert Hartig. — Paris, Nancy : Berger-Levrault, 1891.
- GIBBSON (I.A.S.), JONES (T.). — Monoculture as the origin of major forest pests and diseases. In : Origins of pest, parasite, disease and weed problems / J.M. Cherrett and G.R. Sagar Ed. 8th Symposium of the British Ecological Society, Bangor, 12-14 avril 1976. — Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1977. — pp. 139-161.
- GUINIER (Ph.), OUDIN (A.), SCHAEFFER (L.). — Technique forestière. — Paris : La Maison Rustique, 1947. — 365 p.
- GUITTON (J.-L.). — Sylviculture des peuplements mélangés. — Nancy : ENGREF, 1977. — 62 p.
- HARTIG (R.). — Traité des maladies des arbres (traduit sur la 2^e édition allemande par J. Gerschel et E. Henry). — Berger-Levrault et Cie Éd., 1891 (1^{re} édition allemande en 1882).
- HEINSELMANN (M.L.). — Fire and succession in the conifer forests of North America. In : Forest succession : concepts and application / D.C. West, H.H. Shugart et D.B. Botkin Ed. — Springer Verlag, 1981. — pp. 374-405.
- HENRY (E.). — La *Grapholitha tedella* dans les Vosges. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1892, pp. 12-19.
- HENRY (E.). — Un nouvel ennemi du Sapin. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1904, pp. 711-713.
- HETT (P.). — Compte rendu de la tournée du 27 mai 1992 dans le département du Jura. — Département de la Santé des Forêts, ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 7 p. (Document interne).
- HEYBROEK (H.M.). — Monoculture versus mixture : interaction between susceptible and resistant trees in a mixed stand. In : Resistance to diseases and pests in forest trees, Proceedings of Wageningen Workshop, 1980. — pp. 326-341.
- HORN (H.S.). — Forest succession. — *Scientific American*, n° 232, 1975, pp. 90-98.
- HORN (H.S.). — The ecology of secondary succession. — *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, n° 5, 1974, pp. 25-37.
- HUBAULT (E.). — Chronique entomologique. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1930, pp. 28-30 et pp. 306-309.
- HUBAULT (E.). — Chronique entomologique. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1931, pp. 41-44 et pp. 857-862.
- HUBAULT (E.). — Chronique entomologique. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1942, pp. 105-114.
- HUBAULT (E.). — Invasions d'insectes xylophages dans les peuplements résineux des Vosges alsaciennes. — *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts*, 1923, pp. 109-128.
- HUFFEL (G.). — Le Mouvement forestier à l'étranger. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1932, pp. 123-132.
- HUFFEL (G.). — Les Insectes ravageurs des forêts. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1924, pp. 31-35.
- JACQUET (C.). — Les Forêts naturelles et semi-naturelles d'Europe. — Nancy : ENGREF, 1989. — 88 p. (Mémoire de Maîtrise).
- JACQUIOT (C.). — Écologie appliquée à la sylviculture. — Paris : Gauthier-Villars Éd., 1983. — XX-184 p.
- JACTEL (H.), MENASSIEU (P.). — L'Élagage et *Dioryctria sylvestrella*. — *Forêt de Gascogne*, n° 393, mai 1993, pp. 18-19.
- JOLY (R.). — L'Évolution des populations d'insectes et la protection des forêts. — *Revue forestière française*, vol. VII, 1955, pp. 430-436.
- JOLY (R.). — Sécheresse et danger de prolifération des insectes corticoles et xylophages. — *Revue forestière française*, vol. XXIX, n° 1, 1977, pp. 5-14.
- JOLYET (A.). — Traité pratique de sylviculture. — 2^e édition. — Paris : Librairie J.-P. Baillière et Fils Éd., 1916. — 724 p.
- KARPINSKI (J.J.). — Les Causes qui limitent la reproduction des bostryches *Ips typographus* L. et *Ips duplicatus* Sahlb. dans la forêt primitive. — Instytutu Badawczy Lasow Panstwowych. Warszawa, n° 5, 1935, pp. 86 ss.
- KARPINSKI (J.J.). — Fungi infestation as a cause of decay of trees in the natural forest of Bialowieza National Park. — *Roczniki Nauk Lesnych*, n° 5, 1954, pp. 137-160.
- KEGG (J.D.). — Oak mortality caused by repeated gypsy moth defoliations in New Jersey. — *Journal of Economic Entomology*, vol. 66, n° 3, 1973, pp. 639-641.
- KOLK (A.). — Influence of stand thinning on the dynamics of secondary pest population. — Proceedings of the IVth Symposium on the Protection of Forest Ecosystems, n. d. — pp. 197-206.
- KOOP (H.). — Forest dynamics. — Berlin : Springer Verlag, 1989. — XII-229 p. (Ecological Studies ; 76).
- KORPEL (S.). — Dynamics of the structure and development of natural beech forests in Slovakia (résumé en allemand). — *Acta facultatis forestalis*, n° 24, 1987, pp. 59-85.
- KUHLMANN (E.G.), HODGES (C.S.), FROELICH (R.C.). — Minimizing losses to *Fomes annosus* in the Southern United States. — USDA Forest Service, 1976.
- LACHAUSSÉE (E.). — Une forêt vierge en Tchecoslovaquie. — *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, 1957, pp. 310-321.
- LANDMANN (G.). — Sylviculture et santé des forêts : les enseignements de dix années de recherche sur le dépérissement et les pluies acides. In : La Santé des forêts (France) en 1991. — Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (DERF-Département de la Santé des Forêts), 1992. — pp. 47-49.

Ch. BARTHOD

- LANDMANN (G.), FABBRI (-). — Relations entre l'aspect des cimes, la croissance, les paramètres sylvicoles et stationnels. Le cas du Sapin dans les Vosges. — Journées de travail DEFORPA, Nancy-Paris, février-mars 1989, vol. 1, pp. 3.6.1-3.6.17.
- LANG (J.), HEALD (R.C.), STONE (E.C.), DAHLSTEN (D.L.), AKERS (R.). — Silvicultural treatments to reduce losses to bark beetle. — *California Agriculture*, 32 (7), 1978, pp. 12-13.
- LANIER (L.). — Précis de sylviculture. — Nancy : ENGREF, 1986. — 468 p. (2^e édition, 1994).
- LE GOASTER (S.), DAMBRINE (E.), RANGER (J.). — Croissance et nutrition minérale d'un peuplement d'Épicéa sur sol pauvre. I- Évolution de la biomasse et dynamique d'incorporation d'éléments minéraux. — *Acta oecologica*, vol. 12, n° 6, 1991, pp. 771-789.
- LEBRUN (R.). — Quelques notes sur une épidémie de tordeuse du Sapin *Tortrix murinana*. — *Revue forestière française*, vol. XIII, n° 13, 1961, pp. 171-178.
- LEMÉE (G.). — La Hêtraie naturelle de Fontainebleau. In : Problèmes d'écologie : structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres. — Paris : Masson, 1978. — pp. 75-128.
- LIEUTIER (F.). — Les Coléoptères *Scolytidae* en France et les recherches menées par l'INRA. — *Bulletin de la société zoologique de France*, vol. 116, n° 3-4, 1991, pp. 275-281.
- LORIMER (C.G.). — The presettlement forest and natural disturbance cycle of northeastern Maine. — *Ecology*, n° 58, 1977, pp. 139-148.
- MALPHETTES (C.B.). — *Cryptococcus fagi* et dépérissement du Hêtre en forêt domaniale de Lyons (départements de l'Eure et de Seine-Maritime, France). — *Annales des Sciences forestières*, vol. 34, n° 2, 1977, pp. 159-173.
- MALPHETTES (C.B.). — Note sur les scolytes de feuillus et sur les plantations à grand écartement. — CEMAGREF, 1990. — 5 p. (Document interne).
- MARKOVITCH (L.). — La Yougoslavie forestière. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1929, pp. 321-329.
- MATHIEU (D.). — Compte rendu de la tournée du 10 avril 1992 dans la propriété des Houillères du Bassin de Lorraine (commune de Schoeneck, Moselle). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 2 p. (Document interne).
- MATTSON (W.J.), SIMMONS (G.A.), WITTER (J.A.). — The spruce budworm in Eastern North America. In : Dynamics of Forest Insect Population / Berryman Ed. — Plenum Publishing Corp., 1988.
- MAUGARD (F.). — Compte rendu de la tournée des 8 et 9 septembre 1992 sur les problèmes phytosanitaires des pins dans le département des Hautes-Pyrénées. — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 4 p. (Document interne).
- MERLE (P. du). — Phénologies comparées du Chêne pubescent, du Chêne vert et de *Tortrix viridana* : mise en évidence chez l'insecte de deux populations sympatriques adaptées chacune à l'un des Chênes. — *Acta oecologica. Oecologia applicata*, vol. 4, n° 1, 1983, pp. 55-74.
- MERLE (P. du), CORNIC (J.-F.). — Répartition, niveaux de population et risques de pullulation de la tordeuse du Sapin, *Choristoneura murinana*, en France : résultats d'une enquête par piégeage sexuel. — *Annales de la Société entomologique de France*, vol. 25, n° 3, 1989, pp. 265-288.
- MICHAUT (A.). — État sanitaire des arbres dans la zone d'altitude des Vosges cristallines du Haut-Rhin. — IFN, 1989. — 15 p. (Document interne).
- MIRAULT (J.), REGAD (J.). — Compte rendu de la tournée du 25 septembre 1990 sur divers problèmes phytosanitaires en Haute-Savoie. — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990. — 3 p. (Document interne).
- MOORE (R.), FRANCIS (B.J.). — Factors influencing herbivory by insects on oak trees in pure stands and paired mixtures. — *Journal of Applied Ecology*, n° 28, 1991, pp. 305-317.
- MOORE (R.), WARRINGTON (S.), WHITTAKER (J.B.). — Herbivory by insects on oak trees in pure stands compared with paired mixtures. — *Journal of Applied Ecology*, n° 28, 1991, pp. 290-304.
- MORTIER (F.). — Approches de la genèse cyclique de la forêt naturelle tempérée. — Nancy : ENGREF ; Université de Rouen, 1987. — 102 p.
- MORTIER (F.). — Sylvigénèse et structures spatiales en forêts tempérées. — Nancy : ENGREF - Université de Nancy I, 1990. — 167 p. + annexes (Mémoire de DEA).
- NAGELEISEN (L.-M.). — Compte rendu de la tournée du 24 avril 1989 sur le dépérissement de l'Érable sycomore dans la zone alluviale de la plaine d'Alsace. — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1989. — 3 p. (Document interne).
- NAGELEISEN (L.-M.). — Compte rendu de la tournée du 17 juillet 1992 sur le dépérissement du Chêne pédonculé dans le domaine des Sœurs de Ribeauvillé (Alsace). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 3 p. (Document interne).
- NAGELEISEN (L.-M.). — Compte rendu de la tournée du 2 juillet 1992 sur le dépérissement du Hêtre en forêt communale de Tassenière (Jura). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 4 p. (Document interne).
- NAGELEISEN (L.-M.). — Compte rendu de la tournée du 20 juillet 1992 en forêt communale d'Azerailles (Meurthe-et-Moselle). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 3 p. (Document interne).
- NAGELEISEN (L.-M.). — Compte rendu de la tournée du 27 août 1992 sur le dépérissement de Hêtre observé dans la forêt communale de Leschères (Jura). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 3 p. (Document interne).
- NEF (L.). — Directive pour la protection de la forêt contre les dégâts d'ipidés. — *Bulletin de la Société royale forestière de Belgique*, vol. 92, n° 2, 1985, pp. 76-86.
- ORLOS (H.). — Ecological investigations on mycoflora of some forest types in Bialowieza National park. — *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*, n° 227-231, 1961, pp. 57-106.

- ORLOS (H.). — Studies of the ecological function of the *Polyporaceae* fungi in different forest types of the Bialowieza National Park. — *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*, n° 193, 1960, pp. 3-100.
- PARDÉ (J.). — Ravageurs, lutte intégrée et sylviculture. — *Revue forestière française*, vol. XXVI, n° 6, 1974, pp. 419-426.
- PERRIN (H.). — Impressions forestières de Yougoslavie. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1932, 1^{re} partie, pp. 471-481 ; 2^e partie, pp. 561-572.
- PERRIN (H.). — Sylviculture. Tome 1. — Nancy : École nationale des Eaux et Forêts, 1963. — 317 p.
- PERRIN (R.). — Le Dépérissement du Hêtre. — *Revue forestière française*, vol. XXIX, n° 2, 1977, pp. 101-126.
- PERRIN (R.), VERNIER (F.). — Le Chancre du Hêtre : influence des conditions stationnelles sur la gravité de la maladie. — *Revue forestière française*, vol. XXXI, n° 4, 1979, pp. 287-297.
- PICKET (S.T.A.), THOMSON (J.N.). — Patch dynamics and the design of nature reserve. — *Biol. Cons.*, n° 13, 1978, pp. 27-37.
- PLAGNAT (F.). — Le Gui du Sapin. — *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts*, tome XII, fascicule 1, 1950, pp. 156-231.
- PUTON (A.). — Le Bostriche typographe. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1863, pp. 209-212.
- RANGER (J.), BONNEAU (M.). — Effets prévisibles de l'intensification de la production et des récoltes sur la fertilité des sols de forêt : le cycle biologique en forêt. — *Revue forestière française*, vol. XXXVI, n° 2, 1984, pp. 93-111.
- RANGER (J.), BONNEAU (M.). — Effets prévisibles de l'intensification de la production et des récoltes sur la fertilité des sols de forêt : les effets de la sylviculture. — *Revue forestière française*, vol. XXXVIII, n° 2, 1986, pp. 106-123.
- REGAD (J.). — Compte rendu de la tournée du 4 juillet 1990 sur les dépérissements de Hêtre dans la commune de Chambaran (Isère). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990. — 3 p. (Document interne).
- ROSS (D.W.). — Western Pine Shoot Borer Respons to site preparation in Ponderosa Pine Plantation. — *Entomological Society of America*, 1989, pp. 543-547.
- ROSS (D.W.), BERISFORD (C.W.). — Nantucket Pine Type Moth Respons to water and nutrient status of Loblolly Pine. — *Forest Science*, vol. 36, n° 3, 1990, pp. 719-733.
- SAMANOS (E.). — Traité de la culture du Pin maritime. — Librairie Agricole de la Maison Rustique, 1864.
- SCHREGER (-). — Erfahrungsmässige Anweisung zur richtigen Kenntniss der Krankheiten der Wald- und Gartenbäume. — Leipzig, 1795. — 518 p.
- SCHÜTZ (J.-F.). — L'Éclaircie sélective de Schädelin : évolution et pratique actuelle. — *Revue forestière française*, vol. XXXIII, n° spécial « Sylvicultures en futaies feuillues », 1981, pp. 7-18.
- SCHÜTZ (J.-F.). — Sylviculture. 1 : principes d'éducation des forêts. — Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 1991. — 243 p.
- SCHÜTZ (J.-F.). — La Sylviculture et l'écologie se rejoignent dans le traitement régulier de nos forêts. — *Journal forestier suisse*, n° 1, 1982, pp. 5-18.
- SCHVESTER (D.). — Le Point actuel sur la question du dépérissement du Pin sylvestre à *Ips acuminatus* en région Centre : bases pour un système de surveillance. — INRA, 1982. — 16 p. (Document à diffusion limitée).
- SCHWERDTFEGER (F.). — Waldkrankheiten. — Hamburg und Berlin : Verlag Paul Parey, 1981. — 486 p. (Traduction partielle en français par C.-B. Malphettes).
- SELANDER (J.), IMMONE (A.). — Effects of fertilization on the susceptibility of Scots pine seedlings to the large pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). — *Folia forestalia*, n° 771, 1991, 21 p.
- SEURRAT DE LA BOULAYE (J.). — Observations sur la maladie ronde des pins maritimes et sylvestres en Sologne. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1880, pp. 492-503.
- SILVIO (-). — Une nouvelle maladie cryptogamique du Sapin. — *Revue des Eaux et Forêts*, 1897, pp. 80-82.
- SWEET (G.B.). — Maintening Health in plantation forests. In : Special Issue : Workshop on the forest health in the South Pacific, Rotorua, 30-31 May and 1 June 1989, Proceedings Edited by J.A. Griffith. — *New Zealand Journal of Forestry Science*, vol. 19, n° 2-3, 1989, pp. 143-154.
- TURCKHEIM (B. de). — La Forêt de Bialowieza en Pologne. — *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, n° 1, mars 1960, pp. 19-27.
- TWERY (M.J.), PATTERSON (W.A.). — Effects of species composition and site factors on the severity of beech bark disease in western Massachusetts and the White Mountains of New Hampshire : a preliminary report. — Proceedings IUFRO Beech Disease Working Party Conference, Hamden, Connecticut. USDA Forest Service GTR WO-37, 1983, pp. 127-133.
- US NATIONAL PARK SERVICE. — Life after death : a continuing saga of a changing forest. — Yosemite National History Association Ed., 1993. — 4 p.
- VÉZINA (P.E.). — Contribution à l'étude des forêts vierges comme base pour le développement d'une sylviculture plus près de la nature : essai d'application aux forêts résineuses de l'Est canadien. — *Journal forestier suisse*, n° 3, 1959, pp. 135-149.
- VILLEBONNE (D. de). — Compte rendu de la tournée du 8 avril 1992 sur les dépérissements de Pin en forêt de Montrichard (Loir-et-Cher). — Département de la Santé des Forêts - Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1992. — 4 p. (Document interne).
- VOULAND (G.). — Le Dendroctone de l'Épicéa (*Dendroctonus micans* Kug., Col. Scolytidae) dans le Massif Central. — Université d'Aix-Marseille III, 1991. — 117 p. (Thèse).
- WATERS (W.E.), STARK (R.W.), WOOD (D.L.) Ed.. — Integrated pest management in pine-bark beetle ecosystems. — Wiley Interscience, 1985. — 256 p.
- ZOBEL (B.J.). — The world's need for pest resistant forest trees. In : Resistance to diseases and pests in forest trees. — Proceedings of Wageningen Workshop, 1980, pp. 1-8.