

DE NOUVEAUX DÉPÉRISSEMENTS DE PIN DANS LE NORD DE LA FRANCE. LE CAS PARTICULIER DE LA FORÊT D'ORLÉANS

D. PIOUS

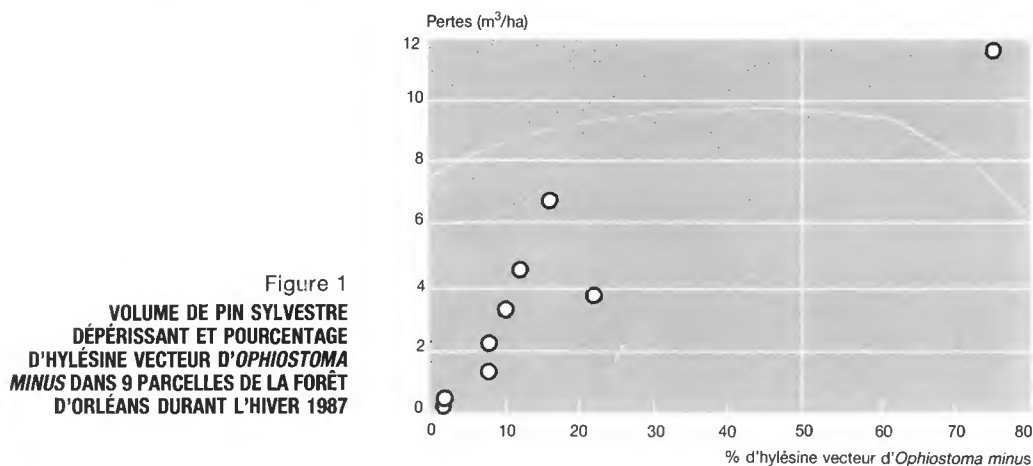
Des dépérissements de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), Pin noir (*Pinus nigra* Arn.) et Pin laricio [*Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poir.) Maire] ont été signalés depuis plusieurs années essentiellement dans la moitié Nord de la France (Département de la Santé des Forêts, 1992a, 1992b). Les symptômes associés sont souvent complexes mais deux grands types peuvent être distingués.

Le premier dépérissement, qualifié de **dépérissement par perte d'écorce**, affecte essentiellement les pins sylvestres adultes. Il se caractérise par une spectaculaire perte d'écorce en automne dans la partie inférieure des troncs. Cette perte s'accompagne d'un bleuissement intense du bois, sans colonisation massive du liber par les scolytes. Quelques galeries d'hylésine (*Tomicus piniperda* L.) peuvent cependant être repérées sous l'écorce tombée, en association avec des galeries de coléoptères généralement considérés comme secondaires (Cerambycides et Buprestides). Le houppier demeure vert jusqu'au printemps puis jaunit brutalement. 44 % des dépérissements de Pin, repérés en 1992 par le Département de la Santé des Forêts (DSF) dans le quart Nord-Ouest de la France, correspondaient à cette symptomatologie.

Le second dépérissement, qualifié de **dépérissement branche par branche**, se caractérise par le flétrissement rapide de certaines branches du houppier. Celles-ci portent de larges nécroses corticales accompagnées d'un bleuissement du bois sous-jacent. Ces symptômes peuvent également être observés dans la partie supérieure du tronc. Le plus souvent, de nombreuses fructifications noirâtres de *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyco et Sutton apparaissent à la surface des plages nécrosées les plus anciennes. La pluie et le vent ont un rôle essentiel dans la dissémination des spores de ce champignon, qui peut également provoquer des nécroses sur pousses et qui fructifie généralement abondamment sur les cônes de deux ans. Signalé dès 1988 en Région Centre (Piou et al., 1991), ce dépérissement branche par branche a progressivement atteint de nombreux peuplements dans la moitié Nord de la France. À titre indicatif, signalons qu'en 1992, à l'occasion de l'inventaire statistique réalisé par l'Inventaire forestier national (IFN) dans le département du Loiret, deux cents placettes de Sologne ont fait l'objet d'une notation sanitaire. 262 Pins sylvestres sur 2382 inventoriés (11 %) ont été notés dépérisissants. La plupart (79 %) présentait un faciès de dépérissement branche par branche, les autres un faciès de type dépérissement par perte d'écorce ; les scolytes n'étaient impliqués que dans 5 % des cas.

La forêt d'Orléans, et notamment sa partie Est (massif de Lorris), a été particulièrement affectée par ces deux types de dépérissements. Piou et Lieutier (1989) y ont décrit la symptomatologie du dépérissement par perte d'écorce. Dans le cas du massif de Lorris, *Ophiostoma minus* Hedgc. est

apparu comme le seul agent de bleuissement constamment présent dans le bois et le liber bleui, au niveau des plages d'écorce désorganisées (Piou, 1993). Comme la plupart des Ophiostomatales, *Ophiostoma minus* est essentiellement disséminé par les insectes sous-corticaux. *Tomicus pini-perda* est apparu comme un vecteur important de ce champignon notamment dans les parcelles les plus dépérissantes (figure 1, ci-dessous) (Lieutier *et al.*, 1989 ; Piou et Lieutier, 1989). Durant les quatre premières années d'apparition de ce phénomène (1982-1985), les pins atteints étaient en mélange avec de nombreux arbres scolytés, ce qui avait été interprété comme une conséquence des attaques en 1981 de la tenthrède défoliatrice *Diprion pini* L. (Lieutier *et al.*, 1984). Ce dépérissement par perte d'écorce s'est ensuite généralisé à l'ensemble du massif entre 1986 et 1990, même en dehors des zones atteintes par *Diprion pini* au point de représenter le principal facteur de mortalité. 30 000 mètres cubes environ de Pin sylvestre ont été récupérés dans le massif de Lorris entre 1982 et 1992, le plus souvent sous forme de taches de mortalité de plusieurs arbres.



Le dépérissement branche par branche n'est apparu qu'en 1991 dans la partie Sud-Ouest du massif. Les arbres faiblement atteints ont, pour la plupart, survécu notamment lorsque le pourcentage de houppier flétri ne dépassait pas 50 %. Des attaques d'hylésine ont en outre été constatées sur les arbres les plus atteints, ce qui a pu contribuer au processus de mortalité. 1 000 mètres cubes ont finalement été récoltés essentiellement en 1992. À la différence de l'autre faciès de dépérissement, les arbres atteints étaient le plus souvent disséminés dans les parcelles.

Le massif de Lorris a donc constitué un site privilégié dans lequel il a été possible de comparer les facteurs stationnels ou sylvicoles prédisposants à l'apparition de ces deux faciès de dépérissement. La vérification du pouvoir pathogène des deux principaux champignons impliqués dans ces dépérissements a pu être réalisée à la fois en serre sur de jeunes plants et à l'intérieur du massif sur des arbres de 40 ans.

RECHERCHE DE FACTEURS PRÉDISPOSANTS AUX DÉPÉRISSEMENTS DE PINS EN FORÊT D'ORLÉANS

Effet de l'âge

Si l'âge ne semble pas être un facteur prédisposant dans le cas du dépérissement branche par branche, il apparaît que ce sont essentiellement les peuplements de plus de 80 ans qui ont été atteints par le dépérissement par perte d'écorce entre 1986 et 1989, période durant laquelle aucun autre phénomène de dépérissement n'a été constaté dans le massif (figure 2, p. 540).

Figure 2 **RÉPARTITION PAR CLASSE D'ÂGE DU VOLUME ANNUEL DE PIN SYLVESTRE ATTEINT DE DÉPÉRISSÉMENT PAR PERTE D'ÉCORCE ENTRE 1986 ET 1989**

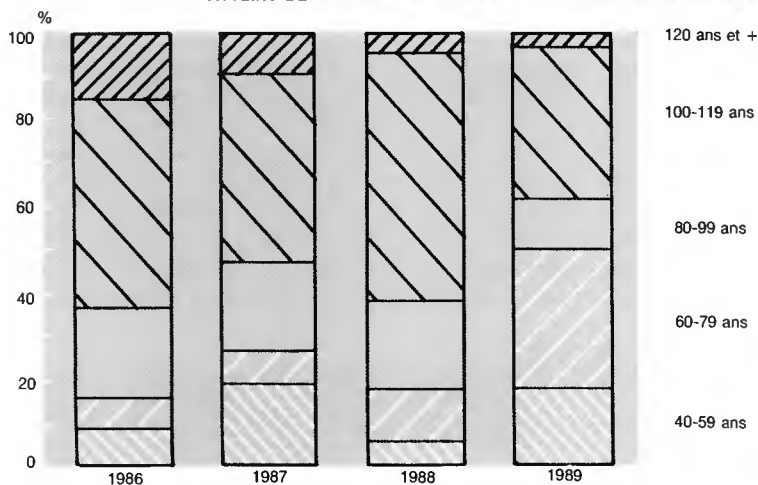
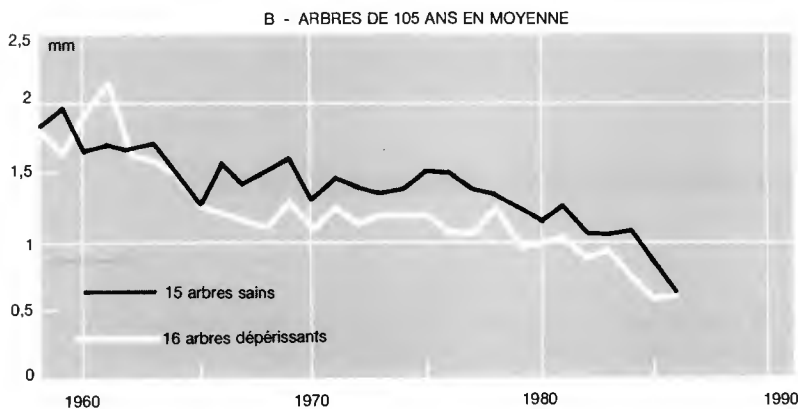
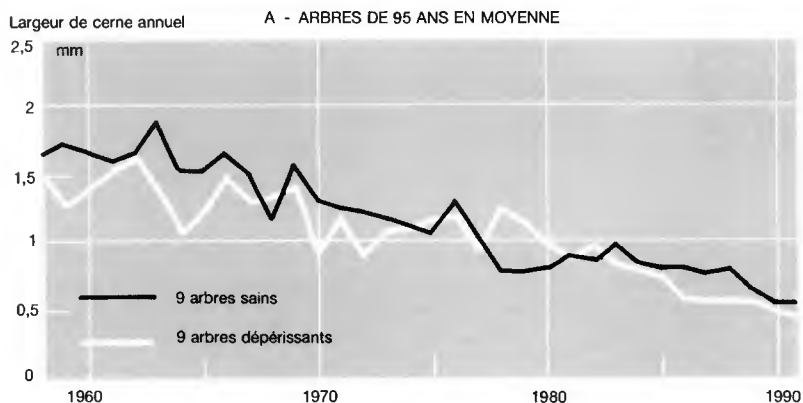


Figure 3 **PROFILS DENDROCHRONOLOGIQUES D'ARBRES SAINS ET DÉPÉRISSANTS PAR PERTE D'ÉCORCE EN FORÊT D'ORLÉANS**



Effets des défoliations

Il s'agissait d'analyser les évolutions de deux populations distinctes (les arbres dépérissants et sains), de rechercher la (ou les) année(s) de déclenchement du dépérissement et de comparer celle(s)-ci aux années des gradations de *Diprion pini* dans le massif (1963, 1981, 1984). La méthode employée est inspirée de celles proposées par Becker et Lévy (1982), ou par Guillaumin *et al.* (1983), à l'occasion de dépérissements complexes de chênes. Dans des parcelles du massif de Lorris choisies dans les zones atteintes par *Diprion pini* en 1981 et 1984, nous avons sélectionné des couples d'arbres dominants, un dépérissant et un sain, de diamètre comparable et situés à proximité l'un de l'autre, dans des stations floristiques identiques et dans des conditions de concurrence apparemment semblables. Chaque arbre sélectionné a fait l'objet d'un sondage à la tarière de Pressler à 1,30 m du sol. La synchronisation des profils dendrochronologiques a ensuite été réalisée suivant les principes d'interdatation exposés dans Laurent-Hervouët (1986a), Becker (1987). Au total 119 arbres, répartis en quatre classes d'âge, ont été analysés.

Pour les arbres les plus jeunes de l'échantillon (40 ou 60 ans), les profils des arbres sains et dépérissants étaient relativement comparables depuis 1960, et il n'a pas été possible de distinguer une période d'affaiblissement préalable au dépérissement par perte d'écorce. Pour les arbres de 95 ans (figure 3A, p. 540), il semble possible de distinguer, entre 1983 et 1991, une période au cours de laquelle l'accroissement des arbres sains était systématiquement supérieur à celui des arbres dépérissants. Le déclenchement du processus de dépérissement pourrait dès lors fort bien correspondre à la défoliation de l'automne 1981. Pour les arbres encore plus âgés (105 ans ; figure 3B, p. 540), il semble que les dépérissants aient subi une longue période d'affaiblissement depuis 1965. L'origine de celle-ci semble coïncider avec les attaques de *Diprion pini* en 1963, suivies par la sécheresse de 1964. Ceci n'a pas été retrouvé sur des arbres âgés de moins de 80 ans en 1963.

Il semble donc que certains pins âgés de plus de 80 ans au moment des défoliations aient eu des difficultés à récupérer une croissance normale. Laurent-Hervouët (1986b) avait déjà signalé qu'après défoliation, les pins sylvestres âgés avaient plus de difficulté que les jeunes à récupérer une croissance normale. Les pins affaiblis, parfois depuis plus de vingt ans pour les arbres les plus vieux, pourraient être plus sensibles au dépérissement par perte d'écorce. Ceci pourrait en partie expliquer l'importance des dégâts dans les peuplements de plus de 80 ans (cf. ci-dessus).

Effet des conditions stationnelles

En 1991, il a été possible de comparer simultanément les conditions stationnelles prédisposantes à l'apparition des deux faciès de dépérissement. Cette comparaison a été réalisée en utilisant les descripteurs stationnels employés lors de l'étude préalable à l'aménagement de la forêt d'Orléans (ONF, 1991).

1 687 Pins sylvestres, répartis sur 86 placettes installées suivant un maillage de 100 m × 100 m, ont pu être observés dans 8 parcelles atteintes par le dépérissement branche par branche. 234 (14 %) ont été considérés comme atteints (plus de 25 % du houppier attaqué). C'est à l'intérieur des groupements végétaux « chênaie sessiliflore acidiphile » et « molinie moyennement abondante » que le plus fort pourcentage d'arbres atteints a été trouvé (figure 4A, p. 542). L'analyse de la texture des horizons de surface (le plus souvent limono-sableuse) et des humus (le plus souvent de type mull ou moder) indique par ailleurs que le niveau trophique des placettes les plus atteintes pouvait être considéré comme acceptable pour le Pin sylvestre.

41 taches de mortalité atteintes de dépérissement par perte d'écorce ont également été repérées durant la même période dans d'autres parcelles du massif. Ce faciès de dépérissement est apparu essentiellement dans des sols plus sableux correspondant à des groupements végétaux plus acidiphiles que dans le cas précédent (figure 4B, p. 542). L'analyse des horizons de surface et des humus indique par ailleurs un niveau trophique plus faible que dans le cas du dépérissement

D. PIOU

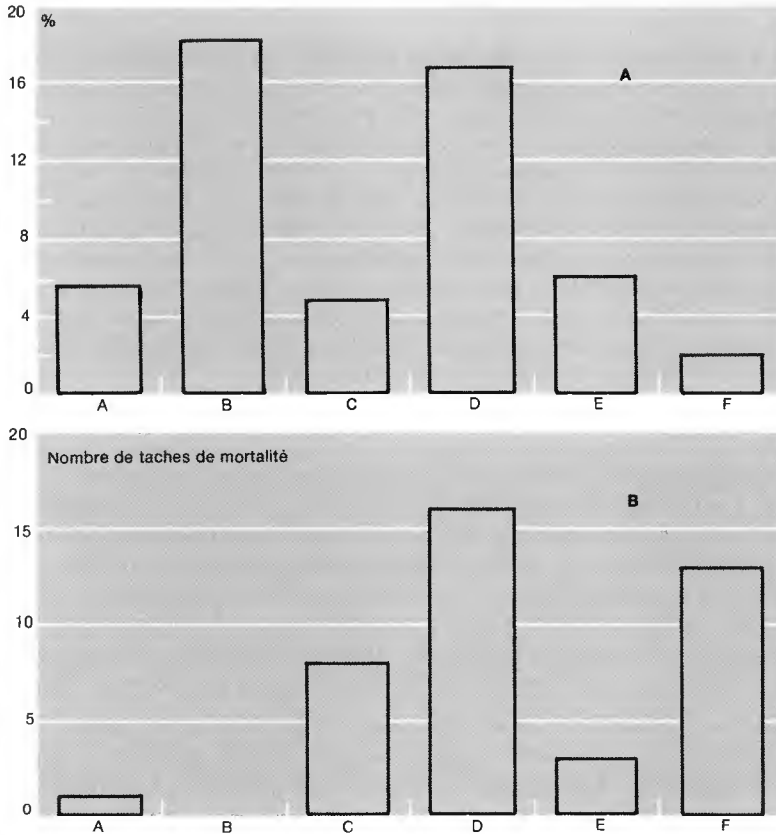
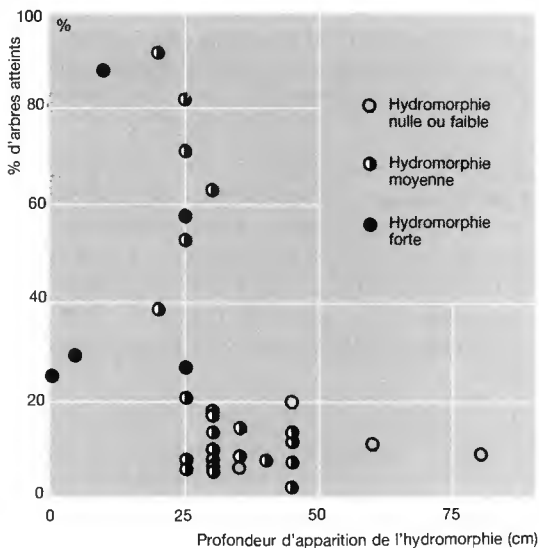


Figure 4
POURCENTAGE D'ARBRES ATTEINTS DE DÉPÉRISSEMENT BRANCHE PAR BRANCHE (A) ET DISTRIBUTION DE 41 TACHES DE DÉPÉRISSEMENT PAR PERTE D'ÉCORCE (B), EN FONCTION DE LA NATURE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DU MASSIF DE LORRIS

- A - Chênaie-Charmaie neutrocline ou acidocline
- B - Chênaie sessiliflore acidiphile
- C - Fougère abondante ; molinie absente
- D - Molinie moyennement abondante
- E - Chênaie sessiliflore sèche
- F - Molinie en nappe ou en touradons

branche par branche. Ces 41 taches ont été réparties en dépérissement peu important (moins de 4 arbres), moyennement important (de 4 à 10 arbres) et important (plus de 10 arbres).

Pour les deux dépérissements, la mortalité était plus importante sur les sols à hydromorphie



moyenne à forte apparaissant dans les trente premiers centimètres de sol (figures 5, ci-contre et 6, p. 543). L'effet du facteur « profondeur d'apparition de l'hydromorphie » s'explique probablement par la limitation de l'enracinement en profondeur donc par une plus grande sensibilité au stress hydrique.

Figure 5
INTENSITÉ DU DÉPÉRISSEMENT BRANCHE PAR BRANCHE DU PIN SYLVESTRE EN FONCTION DE L'INTENSITÉ ET DE LA PROFONDEUR D'APPARITION DE L'HYDROMORPHIE, POUR 41 PLACETTES EN « CHÊNAIE SESSILIFLORE ACIDIPHILE »

POUVOIR PATHOGÈNE DE *SPHAEROPSIS SAPINEA* ET *OPHIOSTOMA MINUS*

Le pouvoir pathogène de ces deux champignons a été vérifié en introduisant, à la base de Pins sylvestres de 3 ans, une fine baguette de bois, soit indemne de champignon (témoin), soit colonisée par *Ophiostoma minus* ou par *Sphaeropsis sapinea*. La moitié des plants avait subi un arrêt d'arrosage durant les quinze jours précédant l'inoculation. *Ophiostoma minus* et *Sphaeropsis sapinea* n'ont provoqué des mortalités que parmi les plants stressés. Chez les plants survivants, qu'ils aient ou non été préalablement stressés, les tissus corticaux se sont imprégnés de résine autour du point d'inoculation. La longueur de cette réaction, qualifiée de réaction induite, est caractéristique à la fois de l'agressivité du champignon et des capacités de réaction de l'hôte (Lieutier *et al.*, 1990). En absence de stress, les réactions induites par les deux champignons ne sont pas significativement différentes de celles provoquées par les baguettes témoins. Après stress hydrique, il apparaît nettement une forte agressivité des deux champignons sur les plants survivants (figure 7, ci-dessous). D'autres expériences du même type ont confirmé le pouvoir pathogène de *Sphaeropsis sapinea* et d'*Ophiostoma minus* sur plants affaiblis par un stress hydrique préalable (Piou, 1993). Par ailleurs, cinq autres agents de bleuissement fréquemment associés aux insectes sous-corticaux des pins ont également été testés dans les mêmes condi-

Figure 6
**PROFONDEUR MOYENNE
D'APPARITION DE
L'HYDROMORPHIE, EN FONCTION DE
L'INTENSITÉ DU DÉPÉRISSEMENT
PAR PERTE D'ÉCORCE**

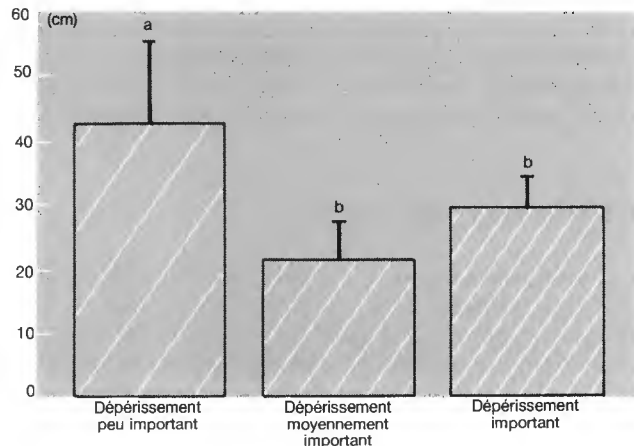
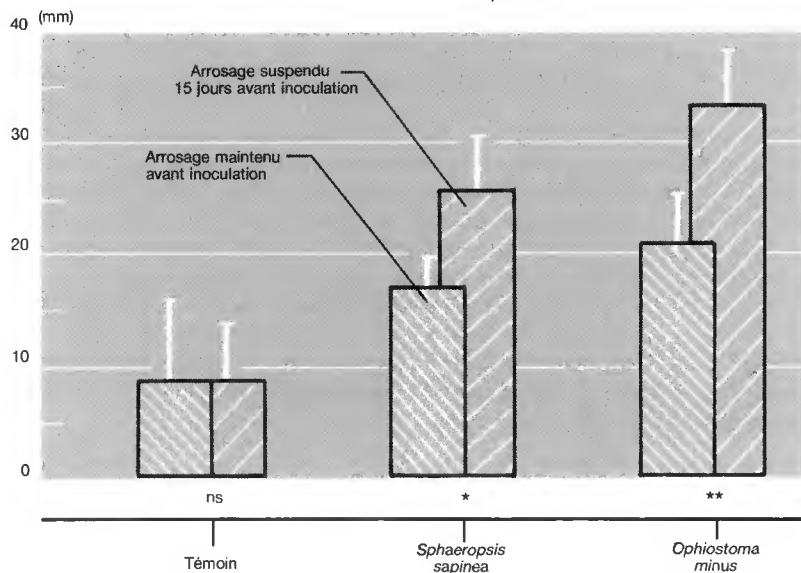


Figure 7
**LONGUEUR MOYENNE
DES RÉACTIONS À
L'INOCULATION DE
SPHAEROPSIS SAPINEA
ET D'*OPHIOSTOMA
MINUS* SUR DES
PLANTS DE 3 ANS**



tions. Aucune mortalité n'a pu être constatée et les réactions induites sur les plants stressés étaient soit équivalentes, soit significativement plus petites que celles induites par les mêmes champignons sur les plants non stressés. *Ophiostoma minus* et *Sphaeropsis sapinea* peuvent donc probablement être considérés comme des pathogènes d'équilibre, susceptibles d'induire sur des plants stressés des mortalités ou des nécroses importantes, à la différence des autres agents de bleuissement.

Des inoculations sur 40 Pins sylvestres de 40 ans, appartenant à l'étage dominant, ont été réalisées en introduisant dans l'aubier des baguettes de bois de 6 cm de long, colonisées par les mêmes agents que dans l'expérience précédente. Pour chaque arbre, 15 à 19 baguettes contaminées par un seul champignon ont été régulièrement réparties le long d'une couronne au niveau du collet. Aucune mortalité n'a été constatée durant les quinze mois qui ont suivi l'inoculation, probablement parce que les arbres choisis étaient situés dans des conditions écologiques relativement favorables. Les réactions résiniques induites les plus importantes ont cependant été obtenues avec *Sphaeropsis sapinea* et *Ophiostoma minus*. Quel que soit le champignon inoculé, les réactions résiniques internes les plus faibles ont été observées sur les arbres dont le rapport « accroissement en hauteur de l'année » sur « accroissement en diamètre de l'année » ($\Delta H/\Delta D$) était proche de 60. Les réactions résiniques importantes ont par contre été observées sur des arbres dont le rapport ($\Delta H/\Delta D$) était significativement plus important. On peut admettre que, sur une année, les variations de ce facteur sont dues aux différences de statut de compétition entre arbres correspondants (Becker, communication personnelle). Dans l'étage dominant, les arbres en situation de concurrence instantanée semblent avoir des capacités de réaction plus faibles que les autres.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Le dépérissement branche par branche est identique à des dépérissements décrits aux États-Unis (Peterson, 1981), en Amérique du Sud (Chou, 1987) ou en Afrique du Sud (Swart *et al.*, 1985) sur diverses espèces de Pin. Dans tous les cas, *Sphaeropsis sapinea* est considéré comme le facteur contribuant à un processus déclenché par un stress hydrique. Les résultats de nos expériences d'inoculation confirment ceux obtenus par ces auteurs, qui estiment généralement que *Sphaeropsis sapinea* est un parasite d'équilibre des pins.

Le dépérissement par perte d'écorce semble par contre être un phénomène considéré comme nouveau. La permanence d'*Ophiostoma minus* sur tous les arbres présentant cette symptomatologie en forêt d'Orléans, l'absence ou la présence peu fréquente d'autres agents susceptibles d'avoir un rôle pathogène nous ont conduit à considérer ce champignon comme un facteur contribuant important du dépérissement par perte d'écorce. En Amérique du Nord, *Ophiostoma minus* est associé à plusieurs scolytes agrégatifs, et son rôle dans le processus de mortalité des pins a largement été discuté (Bramble et Holst, 1940 ; Mathre, 1964 ; Basham, 1970). Il est cependant toujours présent sur des arbres largement envahis par les scolytes vecteurs. Dans le cas présent, *Tomicus piniperda*, scolyte qui ne possède pas de phéromones d'agrégation (Lanne *et al.*, 1987), mais qui est susceptible de s'attaquer individuellement à des arbres déficients (Schroeder et Eidmann, 1987 ; Schroeder et Lindelöw, 1989) est un des principaux vecteurs de ce champignon. À des niveaux endémiques de population, quelques individus porteurs s'attaquant à des arbres affaiblis pourraient permettre la contamination des troncs par *Ophiostoma minus*. L'activité sous-corticale des insectes secondaires générerait ensuite l'observation des quelques traces d'attaques de *Tomicus piniperda*.

La sécheresse de 1989-91 est probablement le facteur déclenchant de ce dépérissement en 1991-92 dans le Nord de la France. Dans le cas particulier de la forêt d'Orléans, la présence de vieux arbres, situés dans des sols peu fertiles et hydromorphes, et affaiblis par des défoliations, explique probablement le déclenchement de ce phénomène avant la sécheresse citée ci-dessus.

Les dépérissements à causes multiples

Des expérimentations complémentaires sont cependant nécessaires pour mieux appréhender le rôle des facteurs trophiques dans la répartition spatiale de ces deux dépérissements. En forêt d'Orléans, l'apparition proche de la surface de l'hydromorphie semble être un facteur aggravant dans les deux cas. L'analyse de l'architecture et du fonctionnement du système racinaire, en fonction de cette limite d'apparition et de l'intensité de l'hydromorphie, semble donc indispensable pour mieux comprendre les effets des sécheresses sur les pins sylvestres adultes. L'effet de la concurrence entre arbres de l'étage dominant, sur les capacités de réaction à l'inoculation, mériterait également des études complémentaires.

D. PIOU
Arboretum national des Barres
ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON

Cette étude a été réalisée avec la collaboration de la Station de Zoologie forestière de l'INRA d'Orléans et l'ONF, grâce au soutien financier de la DGER (Direction générale de l'Enseignement et de la Recherche) du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, ainsi que de la Région Centre (ARBOCENTRE).

BIBLIOGRAPHIE

- BASHAM (H.G.). — Wilt of loblolly pine inoculated with blue-stain fungi of the genus *Ceratocystis*. — *Phytopathologie*, vol. 60, 1970, pp. 750-754.
- BECKER (M.). — Bilan de santé actuel et rétrospectif du Sapin dans les Vosges. Étude écologique et dendrochronologique. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 44, n° 4, 1987, pp. 379-401.
- BECKER (M.), LÉVY (G.). — Le Dépérissement du Chêne en forêt de Tronçais. Les causes écologiques. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 39, n° 4, 1982, pp. 439-444.
- BRAMBLE (W.C.), HOLST (E.C.). — Fungi associated with *Dendroctonus frontalis* in killing shortleaf pines and their effect on conduction. — *Phytopathologie*, vol. 30, 1940, pp. 881-899.
- CHOU (C.K.S.). — Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. — *European Journal of Forest Pathology*, vol. 17, 1987, pp. 398-411.
- DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS. — Bilan Nord-Est. — Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1992a. — 25 p.
- DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS. — Bilan Nord - Bassin Parisien - Ouest. — Paris : Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1992b. — 18 p.
- GUILLAUMIN (J.-J.), BERNARD (Ch.), DELATOUR (C.), BELGRAND (M.). — Le Dépérissement du Chêne à Tronçais : pathologie racinaire. — *Revue forestière française*, vol. XXXV, n° 6, 1983, pp. 415-424.
- LANNE (B.S.), SCHLYTER (F.), BYERS (J.A.), LÖFQVIST (J.), LEUFVEN (A.), BERGSTRÖM (G.), VAN DER PERS (J.N.C.), UNELIUS (R.), NORIN (T.). — Differences in attraction to semiochemicals present in the sympatric pine shoot beetles *Tomicus minor* and *T. piniperda*. — *J. Chem. Ecol.*, vol. 13, 1987, pp. 1045-1067.
- LAURENT-HERVOUET (N.). — Mesure des pertes de croissance radiale dues à deux défoliateurs forestiers. I - Cas de la Processionnaire du Pin en région méditerranéenne. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 43, n° 2, 1986a, pp. 71-93.
- LAURENT-HERVOUET (N.). — Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de *Pinus* dues à deux défoliateurs forestiers. II - Cas du Lophyre du Pin dans le Bassin parisien. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 43, n° 4, 1986b, pp. 419-440.

D. PIOU

- LIEUTIER (F.), GERI (C.), GOUSSARD (F.), ROUSSEAU (G.). — Problèmes entomologiques actuels du Pin sylvestre en région Centre. — *La Forêt Privée*, n° 155, 1984, pp. 25-36.
- LIEUTIER (F.), YART (A.), GARCIA (J.), HAM (M.-C.). — Cinétique de croissance des champignons associés à *Ips sexdentatus* Boern. et *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera : Scolytidae) et des réactions de défense des pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) inoculés. — *Agronomie*, vol. 10, 1990, pp. 243-256.
- LIEUTIER (F.), YART (A.), GARCIA (J.), HAM (M.-C.), MORELET (M.), LÉVIEUX (J.). — Champignons phytopathogènes associés à deux coléoptères Scolytidae du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) et étude préliminaire de leur agressivité envers l'hôte. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 46, 1989, pp. 201-216.
- MATHRE (D.E.). — Pathogenicity of *Ceratocystis ips* and *Ceratocystis minor* to *Pinus ponderosa*. — Contributions from Boyce Thompson Institute for plant research (New-York), vol. 22, 1964, pp. 363-388.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. — Révision de l'aménagement de la forêt domaniale d'Orléans, 1990-2009. — ONF, 1991.
- PETERSON (G.W.). — Pine and Juniper Diseases in the Great Plains. — *USDA Forest Service, General Technical Report*, n° 86, 1981, pp. 13-18, pp. 45-46.
- PIOU (D.). — Causes et agents impliqués dans les récents dépérissements du Pin sylvestre en forêt d'Orléans. — Université d'Orléans, 1993. — 178 p. (Thèse de Doctorat).
- PIOU (D.), CHANDELIER (P.), MORELET (M.). — *Sphaeropsis sapinea*. Un nouveau problème sanitaire des Pins en France ? — *Revue forestière française*, vol. XLIII, n° 3, 1991, pp. 203-213.
- PIOU (D.), LIEUTIER (F.). — Observations symptomatologiques et rôles possibles d'*Ophiostoma minus* Hedge (Ascomycètes : Ophiostomatales) et de *Tomicus piniperda* (Coleoptera : Scolytidae) dans le dépérissement du Pin sylvestre en forêt d'Orléans. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 46, 1989, pp. 39-53.
- SCHROEDER (L.M.), EIDMANN (H.H.). — Gallery initiation by *Tomicus piniperda* (Coleoptera : Scolytidae) on Scots pine trees baited with host volatiles. — *J. Chem. Ecol.*, vol. 13, 1987, pp. 1591-1599.
- SCHROEDER (L.M.), LINDELÖW (Å.). — Attraction of scolytids and associated beetles by different absolute amounts and proportions of α -pinene and ethanol. — *J. Chem. Ecol.*, vol. 15, 1989, pp. 807-811.
- SWART (W.J.), KNOX-DAVIES (P.S.), WINGFIELD (M.J.). — *Sphaeropsis sapinea* with special reference to its occurrence in *Pinus* spp. in South Africa. — *South African Forestry Journal*, n° 135, 1985, pp. 1-8.