

LE CHANCRE CORTICAL DU CYPRES

Par Jacques PONCHET *

Introduction

Le dépérissement progressif, le jaunissement, localisé ou non, le dessèchement des feuilles, parfois la mort rapide des cyprès d'ornement ou de haies brise-vent, alertent depuis quelques années professionnels, pépiniéristes ou utilisateurs amateurs de jardins. Les rares peuplements forestiers sont restés en dehors de ces vicissitudes, mais les chercheurs qui améliorent le cyprès pour en faire un élément de reforestation de la forêt méditerranéenne sont vigilants. L'expérience italienne montre que l'état sanitaire des cyprès peut devenir un réel problème auquel toute solution ne peut être que préventive, donc raisonnée en termes d'amélioration génétique.

Deux causes majeures sont responsables des dégâts observés ces dernières années. La plus récente, apparue vers 1975 dans le sud-est de la France, est un puceron ravageur, *Cinara cupressi*, dont les pullulations subites ont endommagé les haies de cyprès bleu d'Arizona, dans une plus faible mesure les cyprès de Provence. Là encore, l'expérience italienne, antérieure à la nôtre, doit être prise en considération : elle laisse espérer une proche accalmie de l'épidémie et en cas d'urgence on peut en réduire les méfaits par intervention chimique.

La cause la plus ancienne du dépérissement des cyprès est une maladie cryptogamique provoquant un chancre suintant à localisation corticale. Dans la suite de cet exposé nous ne traiterons que de cette grave affection, faisant le point des principales connaissances accumulées autour d'elle depuis près d'un demi siècle, actualisées au Séminaire sur le Cyprès réuni à Florence en novembre 1979 sous l'égide de la C.E.E.

Le cyprès

Le cyprès toujours vert ou Cyprès de Provence (*Cupressus sempervirens*) est bien connu dans nos régions méridionales ; il a marqué le paysage, les coutumes, les traditions du monde méditerranéen depuis l'antiquité. Originaire d'Asie Mineure (Turquie, Caucase, îles grecques), bien adapté au climat sec, il a la réputation de produire un bois imputrescible et précieux que les Grecs et les Romains réservaient à la construction de temples et de monuments (Ephèse, Sémiramis, Constantinople), de navires (flotte d'Alexandre, de Trajan), de statues et de meubles (CHIUSOLI) *.

En Italie, on compte environ 12 millions de sujets, dont 60 % sont exploités pour le bois d'œuvre. En France méridionale, le Cyprès vert est omniprésent par ses chandelles ornementales et surtout dans les brise-vent, mais il a beaucoup souffert de la maladie et, dans la vallée du Rhône par exemple, on lui a substitué le cyprès bleu, parfois le peuplier.

Le genre *Cupressus* comprend une vingtaine d'espèces (GELLINI) *, sa taxinomie reste imprécise, faute de critères objectifs suffisants et sans doute en raison de proches parentés entre espèces, à l'intérieur des groupes géographiques (ALLEMAND) *. Car ce genre est ancien, on en trouve des fossiles dans le Jurassique des régions septentrionales.

* Jacques PONCHET

Directeur de la Station de Botanique et de Pathologie végétale
I.N.R.A., Centre de recherches d'Antibes
06000 Antibes

* Les références d'auteurs non datées renvoient au volume « Il Cipresso » 1979.

Sans doute rejeté vers le sud par les glaciations quaternaires, le genre *Cupressus* occupe, uniquement dans l'hémisphère boréal, une bande étroite parallèle à l'équateur, installée sous climat chaud xérohéliophile (Joubert, 1934). La plupart des espèces ont une aire d'origine très étroite, comme si elles figuraient des îlots résiduels de peuplements autrefois beaucoup plus importants. Trois groupes géographiques sont clairement établis (ALLEMAND) :

- le groupe américain (Californie, Arizona, Mexique) est le plus diversifié avec une quinzaine d'espèces dont *C. macrocarpa* (Cyprès de Monterey ou de Lambert), *C. arizonica* (Cyprès bleu) et *C. lusitanica* ;
- le groupe afro-méditerranéen est surtout représenté par *C. sempervirens* et ses formes botaniques. Deux espèces ont été décrites qui en sont probablement très voisines : *C. atlantica* (Atlas marocain) et *C. dupreziana* (Cyprès du Hoggar). Cette dernière espèce est typiquement relictuelle, on en a dénombré 150 sujets très âgés ne donnant plus lieu à régénération naturelle (FERRANDES) ;
- le groupe asiatique, encore mal connu, est sans doute le plus répandu territorialement : sud de l'Himalaya et Chine ; il comprend cinq espèces dont certaines à très grand développement (*C. torulosa*) ou à port très ornemental (*C. cashmiana*).

Outre leur remarquable adaptation aux climats secs, voire arides, et aux sols pauvres, les cyprès sont des arbres de grande longévité dont la croissance n'est pas toujours lente et le port uniformément fastigié à l'image du Cyprès de Provence traditionnel. Certaines espèces ont un aspect étalé ou retombant, parfois pleureur. Une grande variabilité génétique caractérise la plupart d'entre elles, souvent accentuée par l'allogamie qui paraît de règle dans le genre.

Enfin, il faut noter que les cyprès sont de bons compétiteurs vis-à-vis de la flore de leur couvert ; ce caractère « nettoyant » et la résistance de leur feuillage à l'inflammabilité et à la combustibilité en font des arbres du plus grand intérêt pour la prévention des incendies (DELABRAZE).

Historique et importance du chancre cortical

La maladie du chancre a été décrite en 1928 par WAGENER en Californie sur des peuplements forestiers de *C. macrocarpa* dans leur aire d'origine. Le champignon parasite, une nouvelle espèce, recevait en 1939 le nom de *Coryneum cardinale* Wag. Cette première attaque fut violente, se propagea à des sujets de *C. sempervirens* importés d'Europe et d'emblée fit périr environ 30 000 arbres.

En 1932 la maladie est signalée en Nouvelle-Zélande (BIRCH) ; sa première apparition en Europe se situe en 1944 (BARTHELET) dans le sud-est de la France. Elle progresse ensuite vers l'Italie (GRASSO, 1951), la Grèce (ANASTASSIADIS, 1963), l'Espagne (TORRES, 1969), la Grande-Bretagne (STROUTS, 1970), la Yougoslavie (BOGDAN, 1978), le Portugal (CAETANO, 1980). Le chancre du Cyprès a été également rencontré en Australie (HUTTON, 1949), en Argentine (SARAVI, 1953), en Afrique du Nord et dans différents pays du Proche Orient (FADDOUL, 1973), mais aucune mention n'en a été faite dans la zone d'origine des espèces asiatiques de *Cupressus*, ce qui n'implique pas leur résistance à la maladie. A quelques exceptions près, c'est toujours sur *C. macrocarpa* que les constatations (introductions ?) sont faites dans les différents pays successivement atteints, l'extension locale est ensuite lente mais inexorable ; en Italie par exemple, il a fallu environ 18 ans pour que, à partir du premier foyer de Florence en 1951, la maladie se généralise des Alpes à la Sicile sur *C. sempervirens*, l'hôte de loin le plus commun dans la Péninsule (MORIONDO, 1969).

L'importance économique de la maladie est difficile à établir ; en France méditerranéenne les haies brise-vent ont particulièrement souffert, peu en sont exemptes, beaucoup ont dû être arrachées. Il n'est pas rare, dans les longues haies anciennes, de noter plus de 50 p. cent d'arbres morts ou malades. Les pépinières de jeunes sujets et les arbres d'ornement sont également atteints sans qu'il soit possible de chiffrer les pertes occasionnées.

En Italie, tout particulièrement en Toscane, le chancre du Cyprès est devenu une véritable calamité. Des dénombrements précis, en peuplement forestier, établissent que dans la province de Florence, sur 4 millions d'arbres, 25 % sont morts ou gravement atteints, un autre quart extériorisant les symptômes caractéristiques de l'infection (POGGESI).

Des mesures ont dû être prises : une intervention publique, en application d'une loi, prescrit aux propriétaires forestiers de signaler toute attaque du *Coryneum* parasite et de se conformer aux préconisations sanitaires décidées par l'Inspecteur forestier. La sévérité de l'attaque peut entraîner sans délai un abattage : ainsi en 1974 et 1978 plus de 40 000 arbres ont été éliminés pour tenter d'enrayer la progression du chancre. Les troncs sont décortiqués, les rameaux et les écorces brûlés. Le bois, généralement épargné par le chancre, est récupérable pour une utilisation normale.

Les symptômes de la maladie

Les premiers symptômes visibles sur un arbre affectent les jeunes rameaux directement attachés au tronc ou à de grosses branches. Un jaunissement accompagné d'une perte de turgescence évolue lentement en un brunissement puis un dessèchement de couleur paille. Dès repérage de cette manifestation, un examen attentif permet d'observer au point d'insertion du rameau un écoulement de résine caractéristique. C'est là le cas le plus général, mais le parasite peut s'installer sur n'importe quelle blessure ou craquelure de l'écorce, induisant toujours une goutte de résine, puis un écoulement. Les rameaux secs peuvent subsister plusieurs années pendant que progresse l'infection (WAGENER, 1939).

C'est surtout au printemps qu'apparaissent les premiers symptômes mais on peut en observer avec une plus faible fréquence en été et à l'automne, lors de périodes de croissance rapide et de forte transpiration de l'arbre.

Autour des points de pénétration l'écorce se déprime légèrement, rougit puis brunit, la lésion

Photo 1. - Jeune chancre du tronc avec écoulement de résine.



prenant une forme allongée, lenticulaire, trois fois plus longue que large. Au fur et à mesure de son extension elle libère de plus en plus de résine, dont le flot s'écoule le long du tronc. Cette coulée de résine est un indice et une forte présomption de la présence du parasite; il faut rapidement vérifier s'il ne s'agit que d'une blessure par frottement ou du développement du chancre. Ce dernier, au bout de quelques semaines, traduit sa croissance par la formation sur les tissus morts, de petits cratères noirs (acervules) superficiels ou en-



Photo 2. - Fructifications de type acervule du *Coryneum*.

fous dans les craquelures de l'écorce qui sont très caractéristiques de la fructification du parasite. En périodes humides il en exsude des gouttelettes noires, masse de spores engluées dans du mucus, dont l'observation microscopique lève tous les doutes.



Photo 3. - Chancre évolué ceinturant presque complètement le tronc.

La nécrose évolue très lentement, par paliers saisonniers, jusqu'à ceinturer complètement la branche ou le tronc, entraînant le dessèchement de toute la partie située au-dessus du chancre. Cette

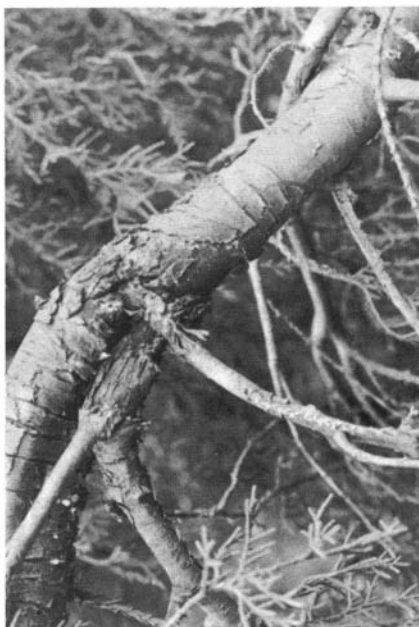


Photo 4. - Courbure de rameau consécutive à une attaque de *Coryneum*.

issue peut demander plusieurs années selon les conditions environnantes et la réceptivité de l'arbre. Au début de l'attaque les tissus restés sains autour de la jeune lésion ont une croissance plus rapide, induisant parfois des courbures.

Le *Coryneum* n'a pas de localisation particulière mais on constate qu'il débute plus fréquemment sur les tissus jeunes, notamment à la cime des arbres. Des chancres de la base ou même du collet sont observables. Quel que soit le site d'inoculation, le pronostic reste difficile à établir (les arbres écimés développent parfois leurs branches basses) mais il est presque toujours fatal au bout de 2 à 10 ans pour les sujets d'espèces sensibles.

Installation et progression dans les tissus

Le *Coryneum* est obligatoirement introduit dans l'écorce par des blessures, il semble incapable de perforer lui-même le suber, mais peut rester latent un ou deux ans après contamination superficielle, même sur des ramilles herbacées. Il supporte de fortes concentrations de résine, développant son mycélium dans les écoulements (WAGENER, 1939).

Les portes d'entrée sont très diverses : plaies de taille, fissures au



Photo 5. - Blessure par frottement de tiges.

point d'insertion des rameaux secoués par le vent (là où sont retenues les spores), écorchures de branches se frottant l'une à l'autre, galeries d'insectes, écorçage des bases des troncs par les lapins, dégâts de froid. La brusque extension de la maladie, après 1956, a été justement attribuée aux graves gelivures occasionnées aux cyprès au cours de ce rude hiver (LANIER, 1963).

Une fois introduit, le champignon s'installe dans le phelloderme et le phloème, avec une croissance optimum au niveau du cambium; le brunissement qu'il occasionne est, au début, invisible à travers le suber progressant même au delà du front d'avance du mycélium sous l'effet d'une toxine.

Quelques hyphes peuvent pénétrer le xylème, essentiellement à la faveur des rayons médullaires mais jamais au delà du cerne de l'année.

Le mycélium est très difficile à colorer et à observer dans les tissus, il semble préférer les tissus riches en cellules parenchymatiques. Sa progression est fonction de la réaction des tissus hôtes, elle-même très variable selon les espèces. Ainsi, chez *C. macrocarpa* aucune réaction ne paraît se manifester (WAGENER, 1939). Par contre chez *C. sempervirens* les tissus sains érigent au printemps une barrière de tissus liégeux à la limite du chancre. Chez les sujets très sensibles, cet obstacle est vite débordé, chez d'autres il résiste à l'invasion jusqu'à la prochaine période de repos de l'arbre; chez les plus résistants il peut enclaver le chancre. Pendant l'hiver ce colmatage naturel devenu passif cède souvent sous la poussée des hyphes jusqu'au printemps suivant (MORIONDO, 1972). Ainsi s'expliquent les hétérogénéités de comportement entre arbres voisins et la difficulté du pronostic.

Chez des espèces comme *C. arizonica* et plus particulièrement chez *C. glabra*, le mycélium n'arrive pas toujours à passer la barrière liégeuse, un bourrelet de cicatrisation se forme, souvent épais, le chancre est stoppé et l'arbre se rétablit, ne conservant sur son rhytidome qu'une cicatrice plus ou moins volumineuse, souvent boursouflée (BARTHOLOMI, 1979).

Le coryneum cardinale

Champignon imparfait de la famille des Mélanconiales, le *Coryneum cardinale*, décrit par WAGENER en 1939, se reproduit par des spores oblongues, fusiformes, possédant 5 cloisons transversales et mesurant $21-26\mu \times 7-12\mu$. Les cel-

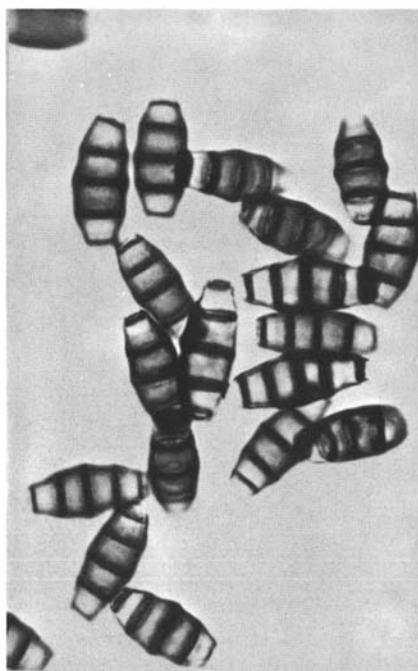


Photo 6. - Spores de *Coryneum cardinale*.

lules apicales et basales sont hyalines, coniques, les loges médianes de couleur brun olive sont cylindriques. Une forme sexuée, du genre *Leptosphaeria*, a été mentionnée une fois (HANSEN, 1956), mais sa relation avec *C. cardinale* est douteuse, aucun autre auteur ne l'ayant retrouvée.

La conservation du parasite peut être assurée par l'existence de stromas ou de chlamydo-spores dans les tissus morts, capables de survivre et de redonner, en phase saprophyte, des acervules (FADDOUL, 1973).

Il peut exister des *Coryneum* non pathogènes sur Cyprès, ainsi que d'autres genres dont la pathogénie est mal établie. Parmi ces derniers, le *Pestalotia funerea* est très fréquent, s'installant sur les chancres de *C. cardinale* et selon certains auteurs pouvant même jouer un rôle de parasite primaire (TUSET, 1972). On distingue bien le *P. funerea* du *C. cardinale* car ses spores ne possèdent que 3 cloisons, leur cellule apicale hyaline s'ornant de 3 à 5 cils. Enfin, signalons

l'espèce *Monochaetia unicornis* dont les spores fusiformes possèdent 5 cloisons et une cellule apicale pourvue d'un seul cil oblique; cette espèce a été rendue responsable de chancres sur Cyprès au Kenya (WIMBUSH, 1944).

Ces divers champignons ont été rencontrés sur les cyprès de France; leur caractérisation au laboratoire est aisée après examen microscopique.

La plupart des chercheurs s'occupant du chancre cortical sont d'accord pour en attribuer la responsabilité au *C. cardinale*.

Lorsque les symptômes caractéristiques du *C. cardinale* sont dépourvus de fructifications, il suffit de prélever des fragments de l'écorce atteinte et de les déposer en chambre humide pour assister, en une dizaine de jours, à la production d'acervules typiques.

L'isolement du champignon en culture pure ne présente pas de difficultés soit à partir des spores exsudées par l'ostiole des acervules, soit même à partir des tissus nécrosés prélevés sous le suber et ensemencés sur un milieu de culture solide (gélose malt).

Les colonies sont assez rases, avec un mammelon central et une surface légèrement floconneuse. Leur couleur varie avec l'éclairage; pâles à marge blanche et revers rosé à l'obscurité, elles deviennent vert olive à revers brun à la lumière du jour. Les caractères morphologiques des cultures pures ne sont pas de bons critères d'identification, ils sont trop variables avec les facteurs de l'environnement et avec les origines des isolats.

La sporulation s'obtient difficilement *in vitro* sur milieux artificiels.

Biologie du *C. cardinale*

Toutes les phases de l'épidémiologie de la maladie du chancre cortical donnent, nous l'avons déjà signalé, une impression de ralenti : incubation, développement des lésions, effets sur la vitalité de l'arbre, etc. Pourtant, le parasite ne manque pas d'arguments biologiques ni d'armes agressives.

1. Conservation

Les acervules produites très tôt en surface de l'écorce parasitée peuvent émettre des spores rapidement puis de manière continue pendant l'évolution, tandis que de nouvelles fructifications naissent sur les tissus nécrosés. Ces organes fructifères ne sporulent que lorsque les conditions d'humidité sont favorables (périodes pluvieuses, brouillard). Récemment PANCONESI a montré que des acervules fonctionnelles pouvaient être rencontrées sur des branches mortes depuis trois ans. Cela signifie que les arbres morts dans les haies, dont il ne subsiste que des squelettes, sont capables de conserver le parasite et de le transmettre. Le *C. cardinale* possède donc une phase saprophyte qui assure sa conservation et présente un danger permanent.

Les spores elles-mêmes ont une grande longévité, dépassant 40 mois en conditions sèches ou au froid (WAGENER, 1939). Les infections latentes sont aussi des facteurs de conservation.

2. Dissémination

Le *C. cardinale* peut se disséminer seul sur de longues distances, WAGENER (1939) cite plus de 30 km. La pluie est essentielle à la dispersion des spores retenues dans le mucus, le vent assurant le transport. La contamination massive des cyprès de l'arboretum de Fos-sur-Mer provient des anciennes haies de *C. sempervirens* qui le bordent, dont plus de 50% des arbres sont atteints. Mais l'anémophilie n'est pas le seul processus en cause. Les oiseaux et les écureuils ont été incriminés mais leur rôle paraît bien limité au regard de celui des insectes, plus particulièrement du scolyte

Phloeosinus aubei. D'après COVASSI (1975) les femelles pondent leurs œufs de préférence dans les arbres attaqués, les adultes qui émergent, porteurs de conidies ou de fragments de tissus hébergeant du mycélium, vont forer les jeunes rameaux à leur point d'insertion, creusant des tunnels alimentaires, foyers de nouvelles infections. Le *P. aubei* est considéré en Italie comme le vecteur principal du *C. cardinale* et sa pullulation, en constante progression, est corrélative de l'extension du parasite.

L'homme est, bien entendu, un agent de propagation par les outils de taille, et surtout par le transport de jeunes plants souvent contaminés à son insu, dont l'infection évolue après transplantation. Il est fréquent de détecter la maladie dans les transports de cupressacées, internationaux y compris.

Depuis la découverte par GRASSO (1969) de symptômes et de fructifications sur cônes, la transmission par la graine n'est pas exclue.

3. Relations avec le milieu

L'humidité est favorable à la sporulation mais aussi à la germination des spores, au développement du chancre et à l'écoulement de résine. Les périodes pluvieuses d'équinoxe, dans le bassin méditerranéen, sont les plus propices à l'activité du *C. cardinale*. La température a un effet également bien défini : elle permet la croissance du champignon entre 6 et 35°C avec un optimum situé vers 24-25°C (WAGENER 1939, FADDOUL 1973). Les spores germent en 3 heures à 25°C, en 10 h à 10-12°C, délais au demeurant très courts, permettant au parasite une installation rapide. La température n'est pas un facteur limitant sauf en de rares périodes très chaudes ou avoisinant la gelée. Après un séjour à basse température le mycélium du *C. cardinale* reprend une croissance normale si on le replace en conditions propices ; les gels nocturnes n'ont pas d'action sur sa vitalité. A titre indicatif : une suspension de spores dans l'eau, congelée en octobre 1977, conservée à -24°C, possède toujours en 1981 une excellente faculté germinative.

Le *C. cardinale* est un parasite rustique, doué pour la survie et la dissémination ; fort heureusement il gaspille beaucoup de munitions, et beaucoup de cibles lui sont inaccessibles. Il est fort probable que l'état de réceptivité de l'hôte joue un rôle prépondérant, mais malheureusement on connaît fort peu de choses sur la physiologie de l'interaction hôte-parasite, notamment sur l'influence du sol et de la nutrition dans la prédisposition de l'arbre à la maladie.

4. Armes chimiques

Le *C. cardinale* produit en culture pure une substance toxique pour le cyprès et d'autres espèces de plantes (TRIOLO, 1978, 1979). De faible poids moléculaire, thermostable, cette toxine peut expliquer en partie les dégâts imputables au parasite : effet à distance, jaunissement, dessèchement, mais cette hypothèse reste à vérifier.

L'équipement enzymatique des hyphes du champignon est mal connu mais il est vraisemblable qu'il inclut cellulolyse et pectinolyse (FADDOUL, 1973).

5. Spécialisation parasitaire

La variabilité morphologique des colonies mycéliennes du *C. cardinale* évoque une variabilité pathogénique comme c'est le cas chez le *Ceratocystis ulmi*, agent du dépérissement de l'Orme (BURDEKIN, 1979). WAGENER (1939) n'a pas mis en évidence de différence de pathogénie entre les isolats de diverses origines américaines. Les mêmes conclusions ont été tirées par BENETTI (1979).

En fait, la caractérisation du pouvoir pathogène requiert une série d'hôtes différentiels permettant de déterminer la virulence d'un isolat donné ou fait appel à des tests précis pour quantifier leur agressivité. Un tel matériel n'a pas encore été sélectionné vis-à-vis du *C. cardinale*, c'est probablement la raison de notre ignorance. Cette lacune doit être comblée rapidement car l'on sait toute l'importance que revêt l'existence de races spécialisées au genre, à l'espèce ou à la variété pour l'avenir de l'amélioration génétique.

Spectre d'hôtes du *C. cardinale*

Le *C. cardinale* est connu pour sa polyphagie à l'intérieur de la famille des Cupressacées, tout particulièrement dans le genre *Cupressus*. GRASSO et PONCHET (1979) ont établi un inventaire des hôtes signalés dans la littérature, ne prenant pas en considération les situations ou l'importance relative des dégâts occasionnés.

Un état objectif de la sensibilité des espèces est difficile à établir en raison des différences de méthodologie mises en œuvre par les chercheurs (ANDREOLI, 1979). L'inoculum est constitué par du mycélium broyé, des suspensions de conidies, ou un mélange des deux, parfois même par des fragments d'écorce malade. Le type d'élevage des arbres, les dispositifs de plantation, les âges des sujets et la technique d'inoculation diffèrent avec les auteurs, comme les systèmes de notation des données.

De jeunes arbres en pots, inoculés par des blessures ouvertes au scalpel ou au perce-bouchon, ont été comparés par WAGENER (1939), SMITH (1938), WOLF (1939) et STROUTS (1972). Les inoculations sont généralement protégées des intempéries par divers types de pansements.

En Italie, GRASSO (1972) puis RADDI et PANCONESI (1977, 1979) inoculent des arbres de 3 à 5 ans dans des placettes expérimentales spécialement constituées pour une observation de plusieurs années successives. Ils notent ainsi les premières réactions chancreuses puis, ce qui est très important, les réactions progressives de défense et les modes de cicatrisation.

En France, FADDOUL (1973), pratiquant ou non des blessures, inocule des arbres par pulvérisation d'une suspension de spores ou en suspendant dans les branches des sachets de gaze contenant des graines couvertes de fructifications. PONCHET et ANDREOLI (1979) ont suivi l'inoculation naturelle des arbres installés dans l'arboretum de la Fossette (Fos-sur-Mer, Bouches du Rhône) bordé de deux haies anciennes de *C. sempervirens* dont 50 % sont atteints de chancres sporulés. Ils observent, en fonction du temps, l'évolution de la maladie sur diverses provenan-

Photo 7. — Cicatrisation d'un jeune chancre sur Cyprès d'Arizona.



ces de plusieurs espèces de Cupressacées. Un récapitulatif exhaustif des résultats des travaux précités figure dans le tableau 1; il confirme pour les espèces considérées le classement établi par RADDI et PANCONESI (1979) :

- très sensibles : *C. macrocarpa*, *C. abramsiana*, *C. goveniana* et *C. pygmaea*;
- moyennement sensibles : *C. sempervirens*, *C. sargentii*;
- tolérants : *C. glabra*, *C. bakeri*.

Le tableau 1 montre aussi que les espèces américaines *C. forbesi*,



Photo 8. — Chancre déformant, à évolution lente sur *Cupressus lusitanica*.

C. guadalupensis, *C. nevadensis* et *C. lusitanica* ne sont pas très sensibles. On peut espérer trouver des sources de résistance chez *C. dupreziana* ou chez *C. atlantica*; leur parenté avec *C. sempervirens* présenterait alors un grand intérêt pour nos régions méditerranéennes.



Photo 9. — Chancre du tronc sur *Cupressus guadalupensis*.

Photo 10. — Chancre superficiel de l'écorce du *Cupressus dupreziana*.



On ne sait presque rien de la sensibilité des espèces asiatiques; à Fos, *C. funebris* est resté indemne, *C. torulosa* présente quelques chancres à évolution variable selon les sujets. Aucune mention

Tableau 1
Comportement comparé, dans différents pays, de diverses Cupressacées vis-à-vis de *C. cardinale*.
Légende : TS très sensible - MS moyennement sensible - PS peu sensible - R résistant ou tolérant.

Genres et Espèces	Auteurs	États-Unis				Europe					Variation entre Auteurs	
		Wagener	Smith	Wolf	Wolf Wagener	Strouts	Grasso Benetti	Raddi Panconesi	Faddoul	Ponchet Andreoli		
<i>Cupressus lindleyi</i>		MS										
<i>lusitanica</i>		MS	TS								MS	TS MS
» var. <i>benthami</i>		MS									MS	MS
<i>arizonica</i>		MS	MS MS R				TS	MS	R		MS PS	TS R
» var. <i>glabra</i>			MS					R				MS R
» <i>montana</i>												
» <i>stephensonii</i>								MS				MS PS
» <i>nevadensis</i>				PS								PS R
<i>guadalupensis</i>			R								MS	MS R
<i>forbesii</i>			PS PS MS									MS R
<i>macrocarpa</i>		TS	MS MS	TS	TS	TS	TS	TS	TS		TS	TS MS
<i>macnabiana</i>		MS	R PS	PS	MS			MS			TS	TS R
<i>bakeri</i>			TS	PS	R			R				TS R
<i>sargentii</i>			MS MS TS	R	MS			MS			TS	TS R
» var. <i>duttoni</i>			R									R
<i>abramsiana</i>					TS			TS			TS	TS
<i>goveniana</i>			MS MS	TS	TS			TS			TS MS	TS MS
<i>pygmaea</i>			MS TS		TS			TS				TS MS
<i>sempervirens</i>		TS	PS		MS		TS MS	MS			TS PS	TS PS
» var. <i>stricta</i>								MS	TS			TS MS
» <i>indica</i>		MS										
» <i>horizontalis</i>								MS	TS			TS MS
» <i>numidica</i>												
<i>dupreziana</i>												R
<i>atlantica</i>												
<i>torulosa</i>												R MS
<i>funebria</i>												R
<i>chengiana</i>												
<i>cashmeriana</i>												
<i>duliouxiana</i>												
<i>Cryptomeria japonica</i>		PS										
<i>Thuja orientalis</i>								MS				MS
» <i>occidentalis</i>		PS										PS R
» <i>plicata</i>						PS						PS
<i>Juniperus communis</i>						R						
» <i>virginiana</i>		MS										
» <i>occidentalis</i>		PS										
<i>Libocedrus decurrens</i>		R										
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>						R						
» <i>nootkatensis</i>						MS			R			R
<i>Cupressocyparis leylandii</i>						TS						

n'est faite dans la littérature des autres espèces, mais *C. cashmeriana*, utilisé de-ci de-là comme ornement, n'a jamais été rencontré porteur de chancres.

Les autres genres de Cupressacées sont présumés résistants, hormis l'hybride *Cupressocyparis leylandii* qui se montre presque aussi sensible que son parent *C. macrocarpa*. Ajoutons qu'à Fos *Callitris robusta* et *C. tasmanica* ont subi de fortes attaques de la maladie.

La dernière colonne du tableau 1, qui donne les écarts de jugement selon les auteurs, montre qu'une espèce peut être considérée comme diversement sensible d'une

expérimentation à une autre. Cette variabilité peut résulter de la méthodologie utilisée, éventuellement de la pathogénie des souches de *C. cardinale* localement inoculées.

Les cyprès n'ayant jamais fait l'objet de sélection génétique ont une grande hétérogénéité inhérente à leur allogamie. Dans un même semis de *C. sempervirens* on observe toute une gamme morphologique (port horizontal ou fastigié par exemple). Il en va de même pour les autres espèces et leur réceptivité au *C. cardinale* peut également varier avec la provenance ou à l'intérieur d'une même ori-

gine. Ce fait a été pressenti par SMITH (1938) et démontré par GRASSO *et coll.* (1979) qui, à partir de 960 semis de *C. sempervirens* d'une population florentine sensible, ont pu détecter 2% de sujets capables de cicatrifier complètement le chancre et 10% de plantes peu sensibles. De même, à Fos, PONCHET et ANDRÉOLI (1979) ont observé de très importantes différences de sensibilité entre provenances d'une même espèce et même chez celles considérées comme très sensibles (*C. goveniana*, *C. abramsiana*) ils ont indexé des arbres indemnes.

Ces constatations sont très réconfortantes et permettent d'encourager la recherche de sources de résistance aussi variées que possible en vue d'une amélioration génétique. La prospection doit être menée activement pour constituer des collections permettant une étude des mécanismes de résistance et jouant le rôle de banques de gènes.

Pour ce qui concerne *C. sempervirens*, il est très vraisemblable, à la lumière des résultats de RADDI (loc. cit.) qu'une prospection dans les vieilles haies brise-vent permettrait de sauver des géniteurs intéressants. La bouture ou la greffe de rameaux des sujets tolérants laisserait la possibilité de tests ultérieurs de contrôle par inoculation artificielle. Ainsi seraient exclus de la banque de gènes les arbres ayant pu fortuitement esquiver la maladie.

La lutte contre la maladie du chancre

Les moyens de lutte utilisables directement sur le développement des chancres sont difficiles à mettre en œuvre et onéreux.

Une première mesure essentielle est la destruction des arbres morts qui assurent la dissémination du parasite et la contamination des voisins. Il est courant de voir subsister dans les haies, pendant plusieurs années, des sujets desséchés par la maladie, pratique à proscrire formellement. On peut aussi éliminer les branches et les cimes porteuses de chancres, dès que les premiers symptômes les signalent à l'attention; on peut à la rigueur excorier une jeune lésion latérale puis badigeonner la plaie avec une spécialité fongicide, mais ces mesures ne sont applicables qu'à des arbres isolés, dans les parcs ou les jardins. Encore convient-il de noter que les amputations locales ne mettent pas l'arbre à l'abri de nouvelles contaminations, ces méthodes curatives doivent être pratiquées avec beaucoup de précautions d'aseptie (PARRINI, 1979).

La lutte chimique préventive peut s'envisager également à la suite des travaux italiens de PARRINI (1976-1977), de PANCONESI (1979) et de GOVI (1975, 1977, 1979).

Le Cyprès est mal adapté à la pulvérisation de bouillies fongicides, son feuillage peu mouillable et dense s'oppose à la pénétration des liquides jusqu'au tronc, sa taille nécessite des appareils à forte pression dont seules des entreprises spécialisées peuvent disposer. Une protection correcte demande un minimum de quatre traitements, deux au printemps, deux à l'automne au moment des fortes disséminations. Le coût de revient limite l'intervention chimique aux parcs de grande valeur ou aux pépinières. Les antifongiques les plus efficaces sont le benomyl, le méthyl thiophanate et l'oxychlorure de cuivre. En aucun cas ils ne se sont montrés curatifs, leur effet préventif étant seulement satisfaisant.

Dans le cas le plus général de l'utilisation du Cyprès, la préven-

tion de la maladie du chancre ne peut s'envisager que par le choix d'espèces tolérantes ou par l'amélioration génétique des plus sensibles. La première voie est celle qui a présidé au remplacement du *C. sempervirens* par le *C. arizonica* dans les haies brise-vent. Cette opération n'a pas toujours été un succès, le Cyprès bleu résiste moins bien au vent, prélève plus d'éléments nutritifs aux parcelles voisines et se montre plus sensible au *Cinara cupressi* que le Cyprès vert dont la rusticité est bien connue. Encore convient-il dans le choix d'un Cyprès bleu de bien retenir l'espèce (selon certains auteurs) ou la variété (selon d'autres), *C. glabra*, la seule vraiment tolérante au *C. cardinale*.

Amélioration du cyprès et perspectives d'avenir

Le Cyprès présente trois utilisations potentielles différentes : la brise-vent, l'ornement et la reforestation en zone méditerranéenne de basse altitude : les deux premières intéressent le pépiniériste, la troisième le forestier. Les objectifs de sélection dépassent largement la seule amélioration pour la résistance au *C. cardinale* (BIROT), mais dans la mesure du possible, pour éviter des déboires à plus ou moins long terme, l'intégration de ce facteur n'est pas à négliger. Actuellement, en dehors du *C. glabra*, éventuellement du *C. bakeri*, aucune espèce, aucune variété ou clone ne peut être conseillé pour son caractère de résistance à la maladie, l'essentiel du travail reste à faire.

Nous appuyant sur les expériences malheureuses qui jalonnent les étapes de l'amélioration des plantes de grande culture, il nous paraîtrait dangereux d'envisager la création et la large diffusion de variétés-clones résistants au *C. cardinale*. L'apparition de races nouvelles spécialisées exposerait alors les plantations à une destruction plus sûre et plus rapide que les populations de semis actuelles dont la variabilité génétique offre un certain « pouvoir tampon » à la maladie.



Photo 11. — Arbres desséchés, foyers permanents de maladie.

C'est dans cet esprit que sont engagées depuis deux ans des recherches à long terme, soutenues par le comité Agrimed de la CEE. Une collaboration franco-italienne s'est établie entre le Centro di Studio delle Specie Legnose del C.N.R. de Florence et l'I.N.R.A. (Station d'Amélioration des Arbres forestiers d'Orléans et Station de Botanique et de Pathologie végétale d'Antibes) à la suite du Séminaire sur le Cyprès tenu à Florence en 1979.

Pour ce qui regarde spécifiquement l'amélioration de la résistance au chancre cortical, le programme établi en commun comporte les principaux points suivants :

- recherche d'un test précoce d'évaluation du comportement des cyprès à la maladie (standardisation de l'inoculation, du matériel à éprouver, de la notation). Les premières expérimentations ont été mises en place en 1980, d'autres sont prévues chaque année après concertation des chercheurs;

- prospection des sources de résistance à la maladie, constitution de collections à disposition des généticiens améliorateurs;

- étude de la variabilité du pouvoir pathogène du *C. cardinale*, recherche d'hôtes différentiels, caractérisation de l'agressivité et de la virulence des isolats.

Hormis ces trois points engagés en commun, l'amélioration de la lutte chimique est prise en charge par la Station de Florence alors que la Station de Pathologie d'Antibes tentera, en collaboration avec celle d'Agronomie, d'élucider les relations entre la réceptivité des arbres et leur nutrition.

Les travaux français sont trop récents pour apporter des conclusions importantes car il faut plusieurs années pour élever les arbres et statuer avec sécurité sur leur comportement au chancre.

En revanche, engagé depuis 1974, le programme italien est plus avancé mais essentiellement centré sur l'amélioration du *C. sempervirens*. Des milliers de semis de cette espèce ont été inoculés artificiellement et des croisements contrôlés effectués, dont les descendants sont eux-mêmes en expérimentation (RADDI et PANCONESI, 1977; RADDI, 1979).

Il n'existe pas d'immunité au *C. cardinale* chez les cyprès mais plusieurs types de mécanismes de défense allant jusqu'à la cicatrisation et la guérison de l'arbre. Les gènes responsables peuvent être transmis par croisements intra et interspécifiques, les mécanismes impliqués étant sous contrôle polygénique.

L'objectif final est la constitution de vergers à graines, à partir des parents ou hybrides résistants, isolés suffisamment pour assurer une production de graines élites dont les descendants élèveront largement le niveau moyen de résistance au chancre.

Cette méthode devrait permettre une bonne conservation de la très large variabilité génétique des espèces, à la fois pour les objectifs d'amélioration forestière et pour la lutte contre la maladie.

Conclusion

Les cyprès ont suivi une évolution naturelle soustraite à toute sélection dirigée, au moins dans leur aire d'origine, nous offrant un patrimoine génétique intact. Toutefois, lors des introductions, des choix ont été pratiqués; chez *C. sempervirens* se sont ainsi individualisés des types basés sur des critères d'ornementation ou d'utilité: type florentin fastigié à feuillage fin, type horizontal brise-vent, provençal, etc. Or, dans les zones d'origine grecque on ne trouve que des types étalés, encore indemnes de maladie, comme l'ont constaté les prospecteurs forestiers (BIROT, communication personnelle). Ces constatations peuvent laisser croire, simple hypothèse, que les formes fastigiées sont plus sensibles au *C. cardinale* ou que la maladie est une conséquence de la domestication (culture, fumure).

La conservation de la variabilité génétique hôte explique sans doute le caractère assez primitif du *C. cardinale*, polyphage, d'agressivité moyenne, respectant d'emblée plus d'arbres qu'il n'en attaque dans une population de semis, ne manifestant encore ni spécialisation ni interaction hôte-espèce.

Si l'élimination des sujets morts ou très atteints était systématique, une première sélection massive en résulterait, laissant substituer les individus les plus rustiques pour produire des graines. Un tel travail simple et de longue haleine aurait pu être assuré au niveau des pépinières, accompagné d'une banale sélection sanitaire. Qui peut assurer que la situation actuelle, séquelle des gels de 1956, n'aurait pas été modifiée par des replantations vigoureuses, remplaçant les haies progressivement moribondes ?

Les brise-vent ou les sujets d'ornement bénéficient de la fertilisation inattendue des cultures maraîchères ou des plantations de jardins, apport fortuit dont l'adéquation au cyprès est douteuse. Il paraît indispensable, face au problème posé par la maladie du chancre, de réfléchir, d'observer, d'analyser une foule de données éparées, diverses, qui renferment peut-être des éléments essentiels d'une amélioration simple. La réflexion doit, en tous cas, précéder le recours à la solution de facilité de l'intervention chimique, alarmante à bien des égards et qui doit rester l'exception permettant de sauver, peut-être, l'arbre mythique et adulé du jardin.

La solution génétique reste la seule voie crédible et réaliste; elle possède toutes les chances de fiabilité et de succès, compte-tenu de la virginité du terrain qu'elle aborde et des espoirs que font naître les premières tentatives.

Un travail long, patient, délicat et prudent attend les investigateurs mais la compréhension de ce couple hôte-parasite encore fruste, hésitant, parfois secret dans son extériorisation, souvent déconcertant dans ses réactions, mérite bien quelques sacrifices.

J.P.

Références bibliographiques

- ALLEMAND P., 1979. - Relations phylogéniques dans le genre *Cupressus* (Cupressaceae). *Il Cipresso*, 51-67.
- ANASTASSIADIS B., 1963. - A new for Greece disease of the cypress. *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, N.S. 5, 164-166.
- ANDRÉOLI Claudine, 1979. - Comportement interspécifique des Cupressacées vis-à-vis du *Coryneum (Seiridium) cardinale* Wag. *Il Cipresso*, 195-200.
- BIRCH T.T.C., 1933. Gummosis disease of *Cupressus macrocarpa*. *N. Zeal. J. For.*, 3, 108-113.
- BARTHELET J., VINOT M., 1944. Notes sur les maladies des cultures méridionales. *Ann. Epiphyties*, N.S. 10, 11-13.
- BOGDAN C., 1978. *Coryneum cardinale* Wag. uzeocnik nekroze kore i susenja grana *cempresa* u Jugoslaviji. *Zastita Bilja*, 29, 365-370.
- BARTOLONI P., 1979. Sulle malattie del cipresso. Il cipresso commune. Assessorato allo Sviluppo Economico e alla Agricoltura della Provincia di Firenze. 39-53.
- BIROT Y., 1979. Stratégie d'amélioration génétique des cyprès en France. *Il Cipresso*, 69-78.
- BURDEKIN D.A., 1979. Dutch elm disease and cypress canker: some problems concerning two exotic pathogens. *Il Cipresso*, 161-166.
- BENETTI M.P., MOTTA E., 1976-1977. Il cancro della tuia da *Seiridium (Coryneum) cardinale*. *Ann. Ist. Sper. Pat. veg.*, 5, 3-12.
- CHIUSOLI A., 1979. Il cipresso nell'arte e nel paesaggio. *Il Cipresso*, 19-25.
- CAETANO M. Filomena Frazao 1980. Uma grave doença das cupressáceas em Portugal. *Publ. Lab. Pat. veg. Veriss. Almeida*, n° 30.
- COVASSI M., INTINI M., PANCONESI A., 1975. Osservazioni preliminari sui rapporti tra *Coryneum cardinale* Wag. e *Phloeosinus aubei* Perris in Toscana. *Redia*, 65, 159-166.
- DELABRAZE P., 1979. Quelques aspects de la sylviculture des cyprès en région méditerranéenne sensible à l'incendie. *Il Cipresso*, 87-93.
- FERRANDES P., 1979. Les cyprès africains. *Il Cipresso*, 45-49.
- FADDOUL J., 1973. Contribution à l'étude du *Coryneum cardinale* Wag., morphologie, biologie, physiologie. Thèse n° 390, Univ. Paul Sabatier, Toulouse.
- GELLINI R., GROSSONI P., 1979. Aspetti botanici della genere *Cupressus*. *Il Cipresso*, 27-43.
- GRASSO V., 1951. Un nuovo agente patogeno del *Cupressus macrocarpa* Hartw. in Italia. *Italia For. e Mont.*, 6, 62-65.
- GRASSO V., 1952. Conifere suscettibili ed immuni al *Coryneum cardinale* Wag. *Italia For. e Mont.*, 7, 148-149.
- GRASSO V., 1969. Attacchi di *Coryneum cardinale* Wag. su galbule di cipressi. *Boll. Staz. Pat. veg., Roma*, 14, 239-242.
- GRASSO V., PONCHET J., 1979. Historique, distribution géographique et hôtes du *Coryneum cardinale* Wag. *Il Cipresso*, 119-126.
- GRASSO V., PANCONESI A., RADDI D., 1979. Testing for resistance to cypress canker in Italy. *Phytopath. medit.*, 18, 166-167.
- GOVI G., TAGLIANI F., TUNIOLI F., 1975. Ricerche biologiche e ricerche di lotta su *Coryneum cardinale* Wag. *Inf. tore fitopatol.*, 4, 11-17.
- GOVI G., TUNIOLI F., 1977. Interventi chimici contro il *Coryneum cardinale*. *Inf. tore fitopatol.*, 1, 11-13.
- GOVI G., DESERTI F., 1980. Interventi chimico contro il *Coryneum cardinale* del cipresso. *Inf. tore fitopatol.*, 10, 19-21.
- HUTTON E.M., 1949. Plant diseases. Notes contributed by the biological branch. *Agric. Gaz. N.S.W.*, 60, 595-600.
- JOUBERT A., BUROLLET P.A., 1934. Biologie et rôle forestier des cyprès. *Rev. Eaux et Forêts, février-avril*, 3-30.
- LANIER L., 1963. Une maladie sur cyprès due à un *Coryneum*. *Rev. For. Fr.*, 15, 221-227.
- LORENZINI G., TRIOLO E., 1978. Indagini preliminari sulla fitotossità dei filtrati culturali di *Seiridium cardinale*, agente del « cancro » del cipresso. *Phytopath., medit.*, 17, 96-100.
- MORIONDO F., BONIFACIO A., 1969. Osservazioni preliminari sul corineo del cipresso. *Atti Accad. Goerg. Firenze*, 15, ser. VII, 111-121.
- MORIONDO F., 1972. Il cancro del cipresso da *Coryneum cardinale* Wag. 1° Contributo: la progressione del processo infettivo nei tessuti caulinari. *Ann. Ist. Pat. for. e agrar.*, vol. 29, 399-426.
- PANCONESI A., 1979. Il cancro del cipresso in Toscana: aspetti biologici. *Il cipresso*, 127-133.
- PANCONESI A., PARRINI C., 1979. Nuove esperienze di lotta chimica contro *Seiridium (Coryneum) cardinale*. *Inf. tore fitopatol.*, 5, 13-17.
- PARRINI C., 1979. Possibilità di lotta chimica e meccanica contro il *Coryneum cardinale* Wag. *Il Cipresso*, 167-177.
- POGGESI A., 1979. Intensità e ripercussioni economiche degli attacchi parassitari da *Coryneum (Seiridium) cardinale* Wag e da *Cinara cupressi* Bckt. sul cipresso comune con particolare riferimento alla Provincia di Firenze. *Il Cipresso*, 135-147.
- PONCHET J., ANDRÉOLI C., 1979. Recherches de sources de résistance au *Coryneum (Seiridium) cardinale* Wag. dans le genre *Cupressus*. *Phytopath. medit.*, 18, 113-117.
- RADDI P., PANCONESI A., 1977. Miglioramento genetico del *Cupressus sempervirens* per la resistenza al *Coryneum cardinale*. *Inf. tore fitopatol.*, 27, 15-19.
- RADDI P., 1979. Variabilità della resistenza al cancro nell'ambito del cipresso comune (*C. sempervirens*) e di altre specie. *Il Cipresso*, 185-193.
- SARAVI CISNEROS R., 1953. Cancrosis de los cipreses provocada por *Coryneum cardinale* Wag en la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Rev. Fac. Agro. Eva Peron*, ser. 3, 29, 107-119.
- SMITH C.O., 1938. Inoculation on conifers with the cypress *Coryneum*. *Phytopathology*, 28, 760-762.
- STROUTS R.G., 1970. *Coryneum* canker of *Cupressus*. *Pl. Path.*, 19, 149-150.
- STROUTS R.G., 1973. Canker of cypresses caused by *Coryneum cardinale* Wag.
- TORRES J.J., 1969. Grave enfermedad de los cipreses en Espania. *Boln. Serv. Plagas Forest.*, 12, 97-99.
- TRIOLO E., LORENZINI G., 1980. Alcune caratteristiche dei filtrati culturali di *Seiridium cardinale*, agente del « cancro » del cipresso. *Riv. Pat. veg.*, Ser. IV, 16, 87-94.
- TUSET BARRACHINA J.J., 1972. Un marchitamiento y secado de hojas y ramas juvenes de origen micologico, en el cipres. *An. INIA/Ser. Prot. Veg.*, n° 2, 11-25.
- WAGENER W.W., 1928. *Coryneum* canker on cypress. *Science*, 67, 584.
- WAGENER W.W., 1936. The cypress bark canker and other cypress diseases. *Proc. 3rd Western Shade Tree Conf.*, 79-85.
- WAGENER W.W., 1937. Cypress bark canker and the Monterey cypress. *Science*, 86, suppl. 8/9; 2330.
- WAGENER W.W., 1939. The canker of *Cupressus* induced by *Coryneum cardinale* n.sp. *J. agric. Res.*, 58, 1-46.
- WIMBUSH S.H., 1944. Canker on Monterey cypress in Kenya. *Emp. For. J.*, 23, 74.
- WOLF C.B., 1939. Other species of cypresses as substitutes for the Monterey. *Calif. Citrogr.*, 24, 222-225.
- WOLF C.B., WAGENER W.E., 1948. Diseases of cypresses in The New World Cypresses. *El Aliso, Santa Ana Botanic Garden, Anaheim (Calif.)*, vol. 1, 255-321.

* Seminario Il Cipresso: Malattie e Difesa, 23/24 Novembre 1979. Edita da V. Grasso e P. Raddi. Comunità Economica Europea. AGRIMED, Sottogruppo Fitopatologia Mediterranea, 255 p. Cf. Forêt méditerranéenne t. III, n° 1, juillet 1981, p. 84.