

27^e Colloque de la Société française de Phytopathologie

(PARIS, 22-23 NOVEMBRE 1984)

27th Meeting of the French Phytopathological Society

(PARIS, 22-23th NOVEMBER 1984)

Les pourridiés et autres maladies racinaires des espèces ligneuses *Root and butt rots, and some other root diseases of woody plants*

Organisateurs :

Claude DELATOUR,

I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie forestière, C.N.R.F., Champenoux, F 54280 Seichamps

Jean-Jacques GUILLAUMIN,

I.N.R.A., Station de Pathologie végétale, 12, avenue du Brézet, F 63039 Clermont-Ferrand Cedex

Daniel NANDRIS,

O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie, B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire

I. RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS

II. POSTERS

III. TRAVAUX DE LA SECTION MYCOLOGIE

Fonds Documentaire IRD

Cote : B* 25431 Ex : unique

I. RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS

Les pourridiés dans les régions tempérées.

(Root and butt rots in temperate regions.)

Claude DELATOUR & Jean-Jacques GUILLAUMIN

I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie forestière,

Champenoux, F 54280 Seichamps

I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,

F 63039 Clermont-Ferrand

arbres sont également évoqués (*Phytophthora cinnamomi*, *P. cactorum*, *Verticillium dahliae*).

Sont enfin soulignées les difficultés inhérentes à l'étude des pourridiés.

Les champignons agents de pourridiés en Afrique de l'Ouest.

(Root rot fungi in West Africa.)

Bernard MALLET, Jean-Paul GEIGER, Daniel NANDRIS,

Michel NICOLE (*), Jean-Luc RENARD (**)

& TRAN VAN CANH (***)

C.T.F.T., Département de Protection forestière,

B.P. 33, Abidjan 08, Côte-d'Ivoire.

(*) O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,

B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

(**) I.R.H.O., Laboratoire de Phytopathologie,

Station R. MICHAUX, B.P. 8, Dabou, Côte-d'Ivoire.

(***) I.R.C.A., B.P. 1536, Abidjan 01, Côte-d'Ivoire.

En Afrique de l'Ouest, plusieurs millions d'ha sont plantés en essences ligneuses. Les pourridiés constituent dans certains cas des problèmes importants entraînant des pertes de production conséquentes. Ces parasites racinaires — dont les plus dommageables

Les pourridiés constituent un groupe de maladies racinaires des végétaux ligneux, provoquées par des champignons à développement essentiellement souterrain. Les auteurs décrivent et discutent les caractéristiques générales de ce groupe dans lequel ils distinguent schématiquement trois grands types : les pourridiés primaires (toujours mortels), les pourridiés d'équilibre (éventuellement mortels) et les pourridiés à effet technologique (rarement mortels).

Ce groupe de maladies pose un certain nombre de problèmes majeurs dans les régions tempérées, tant en forêt qu'en verger, vignoble et cultures ornementales.

Les auteurs rappellent brièvement les caractéristiques des principaux pourridiés concernés : le groupe des Armillaires, *Heterobasidion annosum*, *Rosellinia necatrix*, *Rhizina undulata*, *Collybia fusipes*, *Roesleria hypogea*. Bien que ne faisant pas partie des pourridiés au sens strict, d'autres champignons pathogènes des racines des



112 1923

sont *Rigidoporus lignosus*, *Phellinus noxius*, *Armillaria* sp., et à un degré moindre *Ustulina zonata*, *Sphaerostilbe repens* et *Ganoderma* sp. — existent à l'état endémique dans les forêts denses humides. La défriche et l'installation de monocultures ligneuses sensibles à ces parasites très polyphages, provoquent l'extension des foyers primaires puis l'apparition des foyers secondaires. Dans la majorité des cas, la progression de ces maladies s'effectue dans le sol par l'intermédiaire de filaments mycéliens, souvent agrégés en rhizomorphes, qui assurent la contamination des racines des arbres sains à partir des masses ligneuses infectées. La pénétration puis la colonisation des tissus ligneux reposent sur des mécanismes d'ordre enzymatique. Le type de dégradation du bois (attaque préférentielle de la lignine ou des polysaccharides) constitue une caractéristique spécifique du parasitisme de chacun de ces champignons. Le cycle de l'infection se déroulant essentiellement sous terre, parfois assez profondément, il est particulièrement difficile de caractériser la présence de ces parasites sur, ou dans le système racinaire de leurs hôtes. Diverses méthodes de détection plus ou moins performantes, et en général relativement lourdes à mettre en œuvre, sont actuellement employées ; aucune n'autorise une détection suffisamment précoce de l'infection qui permette d'intervenir pour préserver l'arbre attaqué. Les méthodes de lutte sont essentiellement d'ordre agronomique ou relèvent de l'utilisation de molécules fongitoxiques. Leur efficacité et leur rentabilité sont variables selon les cultures. Beaucoup reste à faire, tant au plan fondamental qu'appliqué, pour parvenir à un contrôle réel et durable des maladies racinaires des essences ligneuses des régions tropicales humides.

*La systématique des armillaires du groupe mellea ;
conséquences pathologiques.*

(Systematics of *Armillaria* species of the *mellea* group ;
phytopathological consequences.)

GRUPE FRANÇAIS « ARMILLAIRE »
I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand Cedex

La découverte, en 1973-74, du cycle caryologique des armillaires, a permis d'effectuer de nombreux croisements entre souches d'origines variées, et de mettre en évidence l'existence, en Europe, de 5 groupes inter-incompatibles. Ces 5 groupes sont actuellement considérés comme des espèces. Quatre d'entre eux ont reçu les noms d'espèces d'armillaires précédemment décrites sur la base de la morphologie des carpophores (les *Armillaria mellea*, *obscura*, *bulbosa* et *cepaestipes*) ; le 5^e groupe a récemment reçu le nom d'*Armillaria borealis* Korhonen & Marxmüller.

Outre le fait qu'elles sont sexuellement interstériles, ces 5 espèces diffèrent par de nombreux caractères : morphologie des carpophores, morphologie du mycélium végétatif en culture pure, facilité d'obtention des carpophores *in vitro*, système de ramification des rhizomorphes *subterranea*, constitution protéique révélée par immunologie ou par électrophorèse. Toutefois, *A. bulbosa* et la forme *pseudobulbosa* d'*A. cepaestipes* apparaissent très semblables par l'ensemble de leurs caractères.

La communication fait le point des informations actuellement disponibles sur la répartition des 5 espèces sur le continent européen. En France, *A. borealis* et *A. cepaestipes* sont rares et ne semblent pas pathogènes. *A. mellea* est, dans tous les cas, l'espèce responsable du pourridié-agaric de la vigne, des arbres fruitiers et des cultures florales méditerranéennes. Elle joue également un rôle non négligeable sur les arbres forestiers feuillus, en tant qu'agent de pourriture de cœur (hêtre) ou de dépérissement (chêne pédonculé).

A. obscura est responsable, dans la plupart des cas, des attaques sur les résineux.

A. bulbosa est une espèce très répandue dans de nombreux milieux, en particulier les forêts de feuillus. Sa croissance dans le sol et les arbres morts est très rapide, grâce à des rhizomorphes particulièrement vigoureux. Il s'agit d'une espèce saprophyte qui ne peut manifester un parasitisme très limité que sur des arbres affaiblis.

Les études effectuées en Amérique du Nord ont montré l'existence, sur ce continent, d'une dizaine de groupes inter-incompatibles, dont certains montrent une compatibilité partielle ou totale avec les 4 espèces européennes *cepaestipes*, *bulbosa*, *obscura* et *mellea*.

Par contre, les armillaires d'Australie et de Nouvelle-Zélande semblent appartenir à des espèces entièrement distinctes des espèces européennes.

Nouvelles méthodes de détermination des armillaires européens ; immunologie et électrophorèse en gel de polyacrylamide.

(New methods for identification of European Armillarias ; immunology and polyacrylamide electrophoresis.)

Brigitte LUNG-ESCAVANT, CAROLINE MOHAMED (*)
& Jean DUNEZ (**)

E.N.I.T.A., Laboratoire de Pathologie végétale,
B.P. 593, F 33170 Gradignan.

(*) I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand.

(**) I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 33140 Pont-de-la-Maye

Le problème de la taxonomie des armillaires nous a amenés à chercher de nouvelles méthodes de détermination.

En 1979 et 1980, nous avons démontré la valeur du critère immunologique. Les 2 espèces *A. obscura* et *A. mellea* présentent en immunoelectrophorèse des antigènes spécifiques dont l'un, migrant seul vers la cathode, a permis d'obtenir un immunosérum spécifique à *A. mellea*, utilisable en diagnostic.

Devant les difficultés rencontrées pour isoler les antigènes spécifiques et pour distinguer les espèces par leurs communautés antigéniques, nous avons cherché, pour différencier les 5 espèces européennes, d'une part à mettre au point la méthode ELISA, d'autre part à réaliser les profils protéiques de chaque espèce par électrophorèse sur gel de polyacrylamide.

La différenciation d'*A. mellea* et *A. obscura* semble possible par la méthode ELISA, sans purification préalable d'antigènes spécifiques à chaque espèce, et ceci grâce à la réalisation des 2 conjugués correspondants IgG-a *A. mellea*-E et IgG-a *A. obscura*-E.

L'emploi de conjugués plus spécifiques à chaque espèce et l'obtention d'immunosérums Anti-A, Anti-B et Anti-E devraient permettre de déterminer les 5 espèces par la méthode ELISA. Elle représentera une méthode simple et rapide (48 h) de détermination, directement à partir d'extraits protéiques bruts de carpophores, rhizomorphes, mycélium sur bois du champignon.

Les analyses électrophorétiques unidimensionnelles, suivies d'analyses densitométriques sur des extraits de rhizomorphes et de carpophores des 5 espèces révèlent des profils protéiques spécifiques à l'espèce E. Deux bandes, l'une trouvée chez les rhizomorphes (PM 45 000 D), l'autre chez les carpophores d'origines très différentes (PM 20 000 D) sont absentes chez les autres espèces. Isolées et injectées à un lapin, elles pourraient permettre la réalisation d'immunosérums spécifiques à l'espèce E, utilisables en diagnostic par ELISA.

Cette méthode pourrait également être un moyen de différenciation des carpophores récoltés *in situ* d'*A. cepaestipes* forme *pseudobulbosa* (B) et d'*A. bulbosa* (E) souvent difficiles à distinguer par leur morphologie.

Les différences ne sont pas aussi nettes entre les autres espèces européennes même en calculant les index de différence relative. Des électrophorèses bi-dimensionnelles pourraient révéler, dans ce cas, de nouvelles protéines spécifiques à chaque espèce.

Entre diverses souches d'*A. obscura*, d'origines variées, les profils protéiques sont similaires permettant de dégager 3 groupes de bandes protéiques, les souches les plus lointaines possédant les index de différence relative les plus élevés.

Cette méthode d'analyse pourrait donc servir à l'étude de la génétique de ce champignon.

Le cycle caryologique des armillaires.

(The caryological cycle of *Armillaria*.)

Denise LAMOURE & Jean-Jacques GUILLAUMIN (*)
Université Claude-Bernard Lyon I,

43, boulevard du 11-Novembre-1918, F 69622 Villeurbanne.

(*) I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand.

L'étude du cycle caryologique et du comportement « sexuel » des armillaires a plusieurs justifications du point de vue de la phytopathologie :

a) La découverte du système d'incompatibilité sexuelle a seule permis de fonder la systématique des armillaires sur des bases objectives.

b) La maîtrise en culture pure du cycle complet de certaines de ces espèces ouvre la voie à des études génétiques.

c) Les allèles d'incompatibilité constituent des marqueurs commodes pour les études épidémiologiques.

En 1973-74, HINTIKKA & KORHONEN ont montré que les *Armillaria* présentent un comportement hétérothallique tétrapolaire. Les diplontes sont diploïdes et non dicaryotiques ; les souches haploïdes et diploïdes présentent généralement une morphologie différente.

Les recherches effectuées à Clermont-Ferrand et à Lyon portent sur les points suivants :

1° L'étude du cycle caryologique des différentes espèces ; *mellea s. str.* est la seule espèce dont les carpophores ne présentent pas de stade dicaryotique fugace dans le sous-hyménium. Mais pour *borealis* et *obscura* qui fructifient facilement en culture pure, les carpophores obtenus *in vitro* montrent fréquemment un hyménium sans dicaryons, c'est-à-dire un cycle « raccourci » analogue au cycle de *mellea* dans la nature.

Chez l'espèce *obscura*, on a pu obtenir la fructification *in vitro* de diplontes « synthétiques » issus du croisement au laboratoire de 2 haplontes compatibles. Le cycle de cette espèce en culture pure est donc maintenant maîtrisé.

2° L'étude du rôle joué par les facteurs d'incompatibilité. Le comportement tétrapolaire a été vérifié pour toutes les récoltes appartenant aux 5 espèces européennes, quelle que soit l'origine des carpophores (récoltés dans la nature ou obtenus *in vitro*).

Toutefois, les 2 loci d'incompatibilité ne jouent pas le même rôle ; la communauté allélique sur l'un des 2 loci amène à une compatibilité partielle correspondant probablement à l'apparition d'un état diploïde instable.

Des études sont en cours pour élucider la signification nucléaire du phénomène de Buller, qui existe chez les armillaires ; les premiers résultats semblent montrer qu'il consisterait en une invasion du thalle de l'haplonte par les noyaux du diplonte.

On procède également, chez *A. obscura*, à une étude de l'extension géographique des allèles d'incompatibilité.

3° La recherche de différences entre souches haploïdes et isolats diploïdes. Deux méthodes peuvent actuellement être préconisées : l'observation de l'aspect des confrontations avec une batterie de testeurs haploïdes et la mesure de la surface des noyaux colorés au Giemsa.

Pathogénie et variabilité des populations africaines de *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazek et *Phellinus noxius* (Corner) G. H. Cunn.

(Pathogenicity and variability of African populations of *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius*.)

Daniel NANDRIS, Michel NICOLE,
Jean-Paul GEIGER & Bernard RIO
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie, 12 1987
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

Des isolats de *Rigidoporus lignosus* et de *Phellinus noxius*, agents de pourridié, ont été collectés dans différentes régions d'Afrique de l'Ouest à partir de diverses essences forestières et d'*Hevea brasiliensis*. Le pouvoir pathogène de ces souches a été évalué après infection artificielle en serre de jeunes plants d'hévéa. Les résultats de cette expérimentation démontrent l'existence d'importantes variations pathogéniques entre les souches de *R. lignosus*. Ceci est perceptible tant au niveau des taux de mortalité des plants infectés (de 10 à 95 p. 100) que du déroulement des infections. Cette variabilité, confirmée par des analyses multivariées (A.C.P.), s'exerce à la fois pour des souches d'origines diverses ainsi que pour des souches isolées dans une même plantation d'hévéa. Ceci suggère que la population parasitaire pourrait être considérée comme une « mosaïque de clones » aux potentialités pathogéniques variables.

L'étude *in vitro* des caractéristiques culturales et des aptitudes physiologiques de ces mêmes souches a également été réalisée. Cette analyse révèle l'existence d'une corrélation entre la capacité d'un isolat à dégrader le bois et les activités des enzymes extracellulaires. Cependant les différences mises en évidence entre les isolats étudiés ne peuvent être corrélées à leur pouvoir pathogène.

Des expérimentations identiques, réalisées *in vivo* et *in vitro* avec les isolats de *P. noxius*, ont apporté des résultats globalement comparables.

En conclusion, le déterminisme et l'incidence au plan agronomique de la variabilité constatée entre les isolats des parasites racinaires de l'hévéa sont discutés.

Variabilité du comportement de *Heterobasidion annosum* vis-à-vis de trois monoterpènes.

(Variability in the behaviour of *Heterobasidion annosum* with respect to three monoterpenes.)

Marie-Hélène THIBAUT-BALESDENT & Claude DELATOUR
I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie forestière,
Champagnoux, F 54280 Seichamps.

Les auteurs ont étudié l'action *in vitro* des vapeurs de 3 terpènes (α -pinène, β -pinène, limonène) sur la croissance linéaire de 23 isolats d'*Heterobasidion annosum*.

Le β -pinène et le limonène se révèlent être nettement plus inhibiteurs que l' α -pinène. La sensibilité à ces 3 terpènes se montre par ailleurs très variable selon les isolats.

Ces mêmes isolats ont été inoculés à des troncs d'épicéa : seul le pourcentage de réussite des inoculations a permis de distinguer les isolats entre eux ; le taux d'échec des inoculations est corrélé positivement avec la sensibilité au β -pinène.

Ces résultats sont discutés dans le cadre de la compréhension des mécanismes de résistance, notamment induits, de l'épicéa à *H. annosum*.

Biodégradation des lignines : mise en évidence et mécanismes.

(Biological degradation of lignins : characterization and mechanisms.)

Bernard MONTIES
INA-PG, Laboratoire de Chimie biologique,
F 78850 Thiverval-Grignon.

La dégradation biologique des lignines intéresse non seulement la phytopathologie mais aussi l'alimentation animale et la résistance naturelle ou induite des bois. Cinq niveaux d'intervention de la lignification dans la résistance aux agents biologiques sont possibles *a priori* : 3 sont spécifiques (résistance propre des liaisons intermonomères, réactivité et toxicité des fragments solubilisés et du polymère résiduel), 2 sont induits (réduction de la porosité des parois et d'accès pour les enzymes).

Les champignons sont les agents ligninolytiques les plus anciens et les mieux connus. La mise en évidence de la biodégradation n'est cependant pas facile : les méthodes gravimétriques fondées sur l'insolubilité des lignines ne sont pas totalement spécifiques et exactes ; les méthodes spectrophotométriques dépendent de variations difficilement contrôlables des coefficients d'absorption ; les méthodes par marquage isotopique dépendent de la spécificité des sites d'incorporation et de la finesse de récupération des produits marqués, enfin l'usage de molécules modèles (dimères ou lignines extraites) peut donner une représentation partielle ou biaisée des phénomènes.

La connaissance des mécanismes mis en jeu a progressé très significativement depuis quelques années. Alors que les corrélations entre activités phénoloxydasiques globales (peroxydases, laccases) et lignolyse restent incertaines, il a été possible de mettre en évidence la participation de systèmes enzymatiques particuliers. Les résultats ont été principalement obtenus avec *Phanerochaete chrysosporium*. D'une part, un couplage avec le métabolisme des polyosides a été établi grâce à la découverte d'une cellobiose-quinone oxydoréductase et grâce à l'étude de mutants phénoloxydase (-) qui sont dépendants de laccase pour la ligninolyse. D'autre part, l'isolement d'une oxygénase exocellulaire et dépendante de H_2O_2 a permis de montrer la possibilité de rupture enzymatique des liaisons C α -C β des dimères modèles (diaryl-glycérol et gaiacyl-glycérol- β -gaiacyl éther) ainsi que des préparations de lignine. L'existence de tels systèmes n'exclut pas cependant l'intervention de dégradations non enzymatiques dépendantes de la présence d'hydroperoxydes ou de peroxydes organiques ou de formes activées de l'oxygène. L'activité ligninolytique ainsi mise en évidence dépend de plus des conditions de milieu (teneur en oses et polyosides, teneur en azote et en oxygène). Il paraît de plus en plus vraisemblable que les conditions optimales de ligninolyse varient beaucoup avec les souches de champignons étudiées.

L'existence d'une activité ligninolytique chez les bactéries peut être considérée maintenant comme établie grâce à l'usage combiné de plusieurs méthodes de mise en évidence et éventuellement d'observations cytochimiques. Souvent considérée comme lente, la ligninolyse bactérienne pourrait jouer un rôle non négligeable en conditions anaérobies ou dans des biotopes particuliers (microflore

des marais salants). L'importance des flores mixtes dans la lignolyse pourrait donc avoir été très sous-estimée.

Mécanismes de l'agression d'Hevea brasiliensis par Rigidoporus lignosus et Phellinus noxius.

(Mechanisms of attack of *Hevea brasiliensis* by *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius*.)

H2 1930 →
Jean-Paul/GEIGER, Michel/NICOLE,
Daniel/NANDRIS & Bernard RIO
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

Les recherches que nous avons réalisées ont pour objectif de déterminer les modalités, au plan biochimique, de l'agression parasitaire développée par *R. lignosus* et *P. noxius*, parasites des racines d'hévéa. Trois aspects ont été abordés afin de déterminer :

- 1) la nature des enzymes excrétées par les 2 parasites, en relation avec la dégradation du bois ;
- 2) la nature des perturbations induites dans les tissus de l'hôte, corrélatives de l'infection ;
- 3) la capacité des complexes enzymatiques sécrétés par les champignons à dégrader les tissus lignifiés.

Les 2 champignons excrètent des enzymes les rendant théoriquement capables de dégrader la plupart des polymères du bois : polyosidases (cellulase, pectinase, xylanase, laminarinase), osidases (β -glucosidase, α et β galactosidase) et laccase, ainsi que phosphatase et protéase pouvant agir en synergie avec les précédentes. Pour chaque champignon, il existe des différences notables en ce qui concerne l'activité de ces enzymes, cependant la différence la plus significative au plan physiologique réside dans le fait que *P. noxius* excrète surtout des hydrolases et une laccase dont l'activité demeure toujours à un niveau modeste, alors que cet « équilibre » est inversé pour *R. lignosus*.

Ces mêmes caractéristiques se retrouvent *in vivo* dans les tissus parasités (TP). Non seulement l'équipement enzymatique de ces tissus diffère totalement de celui des tissus sains (TS) (on note l'absence totale des polyosidases et laccases), mais encore il est le reflet de l'équipement, en enzymes extracellulaires, du parasite responsable de l'infection. On peut donc estimer que les enzymes « anormales » présentes dans les TP ne sont pas synthétisées par l'hôte en réponse à l'agression mais correspondent à des enzymes excrétées par les parasites. La comparaison (après séparation électrophorétique) entre isoenzymes des TS, TP et filtrats de culture de *R. lignosus* et *P. noxius* a été réalisée pour les phosphatases, leucylaminopeptidase et laccase ; elle est en plein accord avec cette hypothèse.

Le complexe multienzymatique excrété *in vitro* par l'un et l'autre parasite dégrade la fraction polysaccharidique du bois d'hévéa. Ayant démontré précédemment la capacité de l'une des laccases de *R. lignosus* à dépolymériser la lignine (sous la forme d'un dérivé thio-glycolique), il en résulte que les enzymes excrétées par les parasites *in vitro* et présentes dans les TP de l'hôte ne sont pas de simples « marqueurs » de l'infection mais jouent un rôle actif dans la dégradation tissulaire.

Ainsi, l'équipement enzymatique dont disposent les parasites doit leur permettre de dégrader à la fois la fraction polysaccharidique des tissus et la lignine, avec cependant, théoriquement, une action préférentielle sur la lignine de la part de *R. lignosus* et sur les polysaccharides pour *P. noxius*. L'observation en microscopie optique et électronique, de même que le taux de lignine des tissus infectés, est en accord avec ces conclusions.

Réactions de défense d'Hevea brasiliensis à Rigidoporus lignosus et Phellinus noxius.

(Defense reactions of *Hevea brasiliensis* to *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius*.)

H2 1931 ↓
Michel/NICOLE, Jean-Paul/GEIGER & Daniel/NANDRIS
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

En réponse à l'attaque de ces parasites racinaires, l'hévéa différencie des réactions à toutes les phases de l'infection. Les réactions précoces et post-initiales interviennent dès la pénétration de l'assise périodermique et la colonisation des premières assises cellulaires de la

racine. Elles consistent soit en une hypertrophie et une hyperplasie cellulaires localisées autour de certaines cellules nécrosées, soit en une augmentation des assises cellulaires sous les points de pénétration, résultant de la stimulation de l'activité du cambium subéro-phelloidermique. De même, à ce niveau, on observe l'épaississement de certains parois après subérification ou lignification de celles-ci. Durant la colonisation des tissus racinaires, les parois des cellules sont modifiées par des dépôts de callose. Le processus de lignification, normalement localisé dans le xylème, tend à se développer dans le phloème. Des tyloses ainsi qu'une nouvelle couche pariétale ont été remarquées dans les vaisseaux du bois. Rarement, l'organisation anatomique de la racine est perturbée par un mécanisme de néogenèse tissulaire qui initie des tissus réactionnels non contaminés par les hyphes.

Des recherches au niveau moléculaire ont révélé une importante stimulation d'une activité isoperoxydasique dans les tissus infectés ou réactionnels. Cette isoenzyme produite par l'hévéa a une activité faible dans les tissus sains ; *in vitro*, elle est capable de polymériser les alcools coumaryl et coniferyl en dihydroxyphénols correspondants.

Globalement, ces réactions sont inefficaces, excepté le processus de néogenèse tissulaire. Dans ce cas, certaines plantes survivent. La comparaison de ces réactions avec le modèle CODIT (Compartmentalization Of Decay In Tree) démontre que le processus de néogenèse tissulaire agit en tant que barrière pour empêcher l'extension de la pourriture.

Etude du comportement de quelques espèces de plantes supérieures vis-à-vis de Rosellinia necatrix (Hart.) Berl.

(Behaviour of some higher plant species with respect to *Rosellinia necatrix*.)

Antonio José TEIXEIRA DE SOUSA
Estação Nacional de Fruticultura « Vieira Natividade »
P 2460 Alcobaça, Portugal

Des inoculations artificielles ont permis d'étudier la réaction de 2 groupes de plantes (herbacées, d'une part, ligneuses, d'autre part) vis-à-vis du champignon du sol *Rosellinia necatrix*.

Les espèces herbacées ont montré 2 types de comportement :

— Certaines, telles que *Daucus carota*, *Beta vulgaris* et *Solanum tuberosum*, se sont montrées très sensibles pendant toute la période végétative.

— D'autres ont été résistantes pendant la période de croissance active, puis sensibles à partir de la formation des graines (*Triticum spp.*, *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Petroselinum hortense* et *Lactuca sativa*).

Quant aux espèces ligneuses, elles peuvent être classées en 3 groupes :

— Celles qui ont manifesté une grande résistance même en conditions d'inoculation artificielle, en pots (*Pittosporum tobira*, *Zanthoxylum spp.*, *Evodia spp.*, *Ailanthus sp.* et *Phellodendron spp.*).

— Celles qui ont été sensibles en inoculation artificielle en pots, mais résistantes au champ (*Pittosporum undulatum*, *Prunus mariana*, *Prunus myrobalan*).

— Celles qui ont montré une grande sensibilité aussi bien au champ qu'en pots (*Malus spp.*, *Pyrus spp.*, *Pyracantha spp.*, *Cydonia oblonga*, *Persaea indica*, *Prunus avium*).

L'organisation de la lutte chimique contre *R. necatrix* devra tenir compte de ces différences de comportement entre espèces.

Infection cycle of Armillaria and host response.

(Cycle infectieux de l'armillaire et réponse de l'hôte.)

John RISHBETH
University of Cambridge, Botany School, Downing Street,
Cambridge CB2 3EA, U.K.

In the infection cycle of *Armillaria*, spore dispersal is followed by colonization of stumps, which is not particularly uncommon on the time-scale of plantation forestry. After a period of exploitation, further suitable woody tissues nearby may be colonized by means of rhizomorphs or direct mycelial transfer. The cycle is illustrated by four species present in southern England, which vary in patho-

genicity, capacity to invade tissues declining in resistance, and ability to form rhizomorphs. Various host responses, such as production of oleoresin by conifers and secondary meristematic activity are briefly discussed.

Etudes expérimentales sur la spécialisation d'Armillaria obscura et d'A. mellea.

(Experimental studies on the specialization of *Armillaria obscura* and *A. mellea*.)

Jean-Jacques GUILLAUMIN & Brigitte LUNG-ESCAMANT (*)
I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand.

(*) ENITA, Laboratoire de Pathologie végétale,
B.P. 593, F 33170 Gradignan.

Armillaria obscura parasite presque exclusivement les résineux alors qu'*A. mellea* attaque surtout la vigne et les arbres fruitiers, secondairement les arbres forestiers feuillus.

Le cycle infectieux des 2 espèces comporte une phase d'exploitation saprophytique du bois mort, une phase de croissance des rhizomorphes dans le sol et une phase parasitaire dans les tissus de l'hôte après pénétration de la racine par les rhizomorphes. Nous avons cherché à savoir si la répartition des 2 espèces pouvait s'expliquer par une spécialisation à chacun de ces 3 niveaux.

1° A été tout d'abord étudiée l'aptitude des 2 espèces à dégrader un bois de feuillus (chêne pédonculé) et un bois de résineux (pin maritime), ainsi qu'à initier des rhizomorphes à partir de ces 2 substrats.

Aucune interaction entre substrats et espèces d'armillaires n'a pu être mise en évidence à ce niveau, le bois de chêne s'étant avéré un meilleur substrat que le bois de pin aussi bien pour *obscura* que pour *mellea*.

2° Une éventuelle spécialisation en phase parasitaire a été testée par l'inoculation artificielle de jeunes sujets des espèces ligneuses suivantes : *Vitis vinifera*, *Prunus persica*, *Quercus borealis*, *Picea abies*, *Pinus pinaster*, *Populus × euramericana*, *Eucalyptus dalrympleana*.

Les 2 isolats d'*A. mellea* ont montré une agressivité supérieure à celle des 2 isolats d'*A. obscura* sur vigne, pêcher et chêne rouge. Symétriquement, les isolats d'*obscura* ont été plus agressifs que ceux de *mellea* vis-à-vis de l'épicéa et du pin maritime. Enfin, le peuplier et l'eucalyptus ont montré un niveau élevé de résistance aux 2 espèces fongiques.

3° On a comparé la vitesse de croissance des rhizomorphes « *subterranea* » des 2 armillaires, dans des sols forestiers (de chênaie et de sapinière) à pH acide et dans une terre de verger alcaline. Il est apparu une interaction entre le type de sol et la croissance rhizomorphique des 2 espèces, les rhizomorphes d'*A. mellea* étant mieux adaptés que ceux d'*A. obscura* au sol de verger à réaction alcaline.

La répartition écologique des 2 espèces d'armillaires pathogènes pourrait donc s'expliquer en partie par une spécialisation parasitaire, en partie par des exigences différentes de leurs rhizomorphes souterrains.

Place et rôle d'Armillaria obscura dans un écosystème forestier.

(Status of *Armillaria obscura* in a forest ecosystem.)

Guy DURRIEU, Agnès BENNETEAU & Sylvie NIOCEL
Université Paul Sabatier, Laboratoire de Botanique,
39, allées Jules-Guesde, F 31062 Toulouse Cedex.

Les observations présentées ont été réalisées dans les forêts de *Pinus uncinata* et *P. sylvestris* du Sud de la Cerdagne (chaînon du Puigmal).

Le champignon, abondant à l'état saprophyte, développe des foyers pathogènes typiques de la maladie du « rond » dont on peut suivre l'évolution grâce aux photographies aériennes. Dans un rond bien établi, tous les arbres situés sur le front d'attaque du champignon sont détruits ; par contre, dans les premiers stades de l'installation du foyer infectieux, il apparaît souvent que certains arbres ne sont pas atteints : il reste à établir si cela provient d'un développement progressif de la virulence du champignon ou bien de l'insuffisance de l'inoculum initial.

Au centre de l'espace ainsi détruit apparaît, au bout d'un certain

temps, une régénération abondante dans laquelle les attaques d'armillaire sont minimes ; la tache de régénération s'étend au fur et à mesure que le vieux peuplement disparaît.

Dans un cas, on a pu observer un rond dont la progression s'est arrêtée d'elle-même et que la régénération naturelle a presque entièrement regarni.

Dans un écosystème forestier naturel le champignon joue donc le rôle d'un agent de régénération.

Les modifications profondes du couvert forestier provoquées par l'armillaire ont un retentissement très net sur le reste du tapis végétal. Les groupements du type « vaccinio-piceion » qui se développent sous le couvert forestier, où dominant *Rhododendron*, *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum*, sont remplacés par des formations de pelouses héliophiles quand le champignon a détruit le couvert forestier. La place principale y est prise par *Nardus stricta*, *Trifolium alpinum*, *Veronica officinalis*, *Jasione perennis*... ; *Juniperus communis* y devient souvent abondant.

Dans les régénérations, on assiste à une évolution inverse, avec retour progressif au groupement initial.

Studies on the infection biology of Phaeolus schweinitzii.

(Etudes sur la biologie de l'infection de *Phaeolus schweinitzii*.)

Donald Keith BARRETT

University of Oxford, Department of Forestry
Commonwealth Forestry Institute, South Parks Road,
Oxford OX 1 3 RB, U.K.

In Britain, root and butt-rot caused by *P. schweinitzii* is mainly confined to conifer plantations growing on land which previously bore broadleaved woodland. The more extensive areas of forestry in Britain which have been established on grazing or moorland areas are not affected, although the fungus is known to exist (as a soil inhabitant) in a number of such forests.

Experiments suggest that this fungus is not a primary pathogen and needs to by-pass the defence mechanisms of roots. This appears to be achieved through invasion first by *Armillaria* spp. and subsequently by *P. schweinitzii*. Such an association provides a rational explanation for the occurrence of the disease on old-woodland sites, commonly rich in *Armillaria* spp.

Basidiospores of *P. schweinitzii* germinate in forest soil and initiate a persistent infestation, as determined by periodic soil sampling using a selective medium and immunofluorescence microscopy. Soil infestations derived from natural basidiospore dissemination would provide adequate genetic heterogeneity to explain the somatic incompatibility of isolates obtained from different trees. This provides evidence that *P. schweinitzii* has a different infection source from those fungi which rely on mycelial transfer between root systems.

Control of root and butt rots : limits and prospects.

(La lutte contre les pourridiés : limites et perspectives.)

Peter SCHÜTT

Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität München,
Amalienstraße 52, 8 München 40, R.F.A.

Many different facts and effects lead to the statement that root and butt rots are a very heterogeneous group of pathogens which are far from living, behaving and reacting in a similar way. The prospects of finding a common base for controlling these fungi are not even promising.

Basically we have to differentiate between species with different systematic position, mode of reproduction, strategy of infection and way of affecting their hosts. Even if we concentrate on *Armillaria* and *Heterobasidion*, the two most important genera, we have to state a considerable lack of knowledge on the basic processes of invasion and in host-parasite relationships. As long as these gaps are not closed, control activities are possibly directed at the wrong place, the wrong time or the wrong state of development.

Direct control measures via the soil are *a priori* of doubtful economic value and detrimental from an ecological point of view. The control of root and butt rots in an indirect, biological way may offer some interesting possibilities : techniques for applying preparations to stump surfaces may help in the cases of both *Armillaria* and *Heterobasidion*. However, for several reasons, this is more of regional than of general importance.

The prospects for resistance breeding are not too favourable, either. Selection procedures, inoculation techniques and progeny testing, if carried out by the conventional strategy, face high technical or biological obstacles. So the general optimism that genetics will offer a promising way out of the difficulties of controlling *Armillaria* and *Heterobasidion* is not finally too convincing. There might exist some hope, however, if selection work could be based on biochemical traits like terpenes or polyphenolics, which in the case of *Heterobasidion* have proved to play a crucial role as a resistance mechanism.

Altogether more and better research is needed if the two most promising ways of controlling important root and butt rots — resistance breeding and biological control — are to help in solving our problems.

Une nouvelle méthode de lutte contre le pourridié des racines d'hévéa due à Rigidoporus lignosus.

(A new method of control of the root rot fungus of rubber, *Rigidoporus lignosus*.)

TRAN VAN CANH

I.R.C.A., B.P. 1536, Abidjan 01, Côte-d'Ivoire.

La pourriture blanche des racines d'hévéa due au champignon *Rigidoporus lignosus* présente en Basse Côte-d'Ivoire un caractère particulier de gravité. L'auteur présente d'abord les particularités de la maladie en Côte-d'Ivoire : le milieu, l'agent pathogène, les dégâts ; une nouvelle méthode d'inoculation artificielle est décrite qui permet de montrer une bonne efficacité de la calixine contre le parasite. Des études sur la dose et la fréquence d'application ont montré qu'en appliquant 10 g de m.a. de ce produit par arbre tous les 6 mois, les hévéas sont très bien protégés contre la contamination. Des essais au champ ont été effectués depuis 3 ans et ont montré l'efficacité de calixine dans la lutte directe contre la maladie.

A la suite de ces résultats, la méthode suivante a été appliquée dans des plantations en Côte-d'Ivoire : détection annuelle des arbres malades suivie de 2 traitements à la calixine sur les arbres attaqués et sur les deux voisins immédiats sur la ligne.

Méthodes de lutte envisagées contre Armillaria obscura (Secr.) Romagn., parasite du Pinus maritima Poir. dans les Landes de Gascogne.

(Expérimentation en cours, premiers résultats.)

(Some possible methods for controlling *Armillaria obscura*, a pathogen of *Pinus maritima* in the Landes de Gascogne.)

Brigitte LUNG-ESCARMANT & Bernard TARIS

E.N.I.T.A., Laboratoire de Pathologie végétale,
1, cours du Général-de-Gaulle, F 33170 Gradignan.

Dans le cadre d'une sylviculture intensive, l'incidence des parasites est le plus souvent fort importante. C'est le cas dans les Landes pour le pin maritime qui, depuis quelques décennies, est l'objet de sévères attaques d'*A. obscura* (perte annuelle estimée : environ 3 MF). Une « Action Armillaire » a été engagée en liaison avec de nombreux organismes privés et publics ; elle concerne aussi bien la lutte préventive que curative.

Les premiers résultats sont les suivants :

A. Lutte biologique. L'action antagoniste des *Trichoderma* et en particulier de quelques souches de *T. harzianum* vis-à-vis d'*A. obscura* est notable. La transposition « *in situ* » est à considérer.

B. Lutte chimique et physiologique. La réceptivité des souches et racines de pin a été étudiée à la suite de la dévitalisation (annélation, urée, P80, sèpimate...) ; les premiers résultats sont assez hétérogènes.

En pots, l'action de certains produits chimiques (formol, dithapex, dazomet, vapam, bromure de méthyle) ainsi que les doses efficaces ont été précisées.

En sols contaminés, le traitement au bromure de méthyle (100 g/m²) a donné de très bons résultats, l'action pouvant être notée jusqu'à 1,6 m de profondeur ; les *Trichoderma* sont stimulés.

C. Lutte physique. Les micro-ondes ont été étudiées en sols contaminés : la vitalité du champignon est supprimée jusqu'à 10 cm de profondeur pour 2 450 MHz et un passage de 35 m/h. La profondeur d'efficacité est insuffisante, des essais complémentaires sont nécessaires.

D. Lutte culturale. L'influence de divers types de travaux culturaux d'installation et d'entretien a été étudiée. Aucune liaison certaine n'a pu être à ce jour établie avec la propagation d'*A. obscura*.

E. Lutte génétique. L'agressivité d'*A. obscura* vis-à-vis d'une large gamme d'hôtes a été étudiée : la sensibilité toute particulière du genre *Pinus* et la bonne résistance de nombreux feuillus ont été mises en évidence.

Peut-on compter sur les mycorhizes pour lutter contre les maladies des plantes ligneuses ?

(Is it possible to control diseases of woody plants by means of their mycorrhizae ?)

Robert PERRIN

I.N.R.A., Station de Recherches sur la Flore pathogène dans le Sol,
B.V. 1540, F 21034 Dijon Cedex.

Nos connaissances actuelles des interactions entre agents pathogènes et mycorhizes établissent avec certitude que ces dernières contribuent à l'atténuation des phénomènes malades dont sont victimes les plantes ligneuses. Toutefois, cette capacité de protection ne concerne que les agents pathogènes intervenant au site même de la mycorrhization et n'opère donc que contre les maladies d'origine tellurique.

A une pléthore d'études conduites *in vitro*, dont l'intérêt et la signification sont limités, on peut opposer de nombreuses observations attestant de la moindre gravité de diverses maladies chez les plants mycorrhizés.

Plus rares sont les véritables démonstrations expérimentales et les études visant à élucider les mécanismes qui régissent l'aptitude prophylactique des mycorhizes.

Plusieurs exemples sont utilisés pour montrer les conditions de l'expression de cette aptitude :

- Spécificité du pouvoir protecteur (nature de la plante et du symbiote).
- Dépendance des conditions de l'environnement tellurique.
- Nature des mécanismes mis en œuvre (antibiose, phytoalexine, barrière physique, microflore...).

L'effet de protection apparaît comme un potentiel dont il est illusoire d'attendre une éradication totale des maladies et qui ne s'exerce que dans des conditions encore mal définies (nature du sol, pratiques culturales...).

La mycorrhization est incontestablement une arme naturelle dont il nous faut apprendre le maniement et qui peut compléter avec profit l'arsenal des méthodes de lutte contre les maladies ligneuses.

Recherche d'un moyen de lutte biologique contre la maladie de l'encre du châtaignier par utilisation de la symbiose mycorrhizienne.

(Search for a biological method for the control of Ink disease of Chestnut through the mycorrhizal symbiosis.)

Franceline VROT & Jean GRENTÉ (*)

C.N.I.C.M., 10, rue Riquet, F 63000 Clermont-Ferrand.

(*) I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand.

L'attaque de *Phytophthora cinnamomi* a lieu sur les extrémités racinaires ; or ce site coïncide avec celui de l'infection par les symbiotes mycorrhiziens. Si un champignon mycorrhizien les infecte dans leur totalité, il peut assurer éventuellement une protection généralisée. La protection peut être obtenue également par des associations péritrophiques.

La recherche et la mise au point d'une méthode de lutte biologique contre la maladie de l'encre passent par plusieurs étapes, le but final étant de produire des plants dont les racines seraient associées de façon durable à des champignons antagonistes de *P. cinnamomi*.

Des champignons présumés associés au châtaignier ont été isolés ou obtenus d'autres laboratoires.

Le test d'antagonisme *in vitro* a permis de distinguer 3 classes : antagonisme très marqué, antagonisme modéré, pas d'antagonisme.

Plusieurs souches présentent une action inhibitrice sur la croissance du *Phytophthora*, en particulier des souches isolées de bolets et d'hébelomes.

Pour tester si les souches sont réellement mycorrhiziennes ou péritrophiques, des synthèses axéniques ont été tentées avec *Pinus*

sylvestris. Ces essais permettent également de caractériser les mycorhizes synthétisées et d'avoir du matériel (racines excisées) pour la production de plants inoculés.

Nous avons pu obtenir des mycorhizes avec 2 souches de *Boletus granulatus* mais tous les essais n'ont pas encore été observés.

On ne sait pas encore si des associations péritrophiques se sont réalisées dans le cas où l'on n'a pas observé de mycorhizes.

Le testage de la résistance des plants inoculés a été pratiqué dans un premier temps en serre, par enrobage de leur système racinaire dans une pâte obtenue par agitation d'une culture de *P. cinnamomi* sur milieu nutritif gélosé mou.

Ce test est sévère : *Castanea sativa* se montre très sensible à *P. cinnamomi*. Néanmoins, l'inoculation préalable par des souches comme *B. granulatus*, *B. luteus*, *Sclerotium sp.* permet de réduire de moitié le pourcentage de mortalité.

Nous avons cherché à préciser ces résultats en nous plaçant dans des conditions naturelles. Nous disposons de 3 parcelles d'expérimentation atteintes d'encre, dont l'une sert de pépinière.

Les plants inoculés sont d'abord repiqués sur la pépinière infectée. Puis, après 2 ans, ils sont mis en place définitive dans une parcelle infectée. Les premiers résultats obtenus montrent que la mortalité est réduite de moitié et plus, avec 13 des souches testées et en particulier, avec *Hebeloma radicosum*, *Boletus bovinoides*, *Boletus luteus*.

Ces résultats doivent être considérés comme préliminaires, le nombre de plants mis en place étant dans de nombreux cas assez faible. Néanmoins, les observations faites en conditions naturelles, mises en parallèle avec les tests de résistance en serre, permettent d'entrevoir l'aboutissement possible de ces recherches.

II. POSTERS

Dépérissements de l'eucalyptus dans le Sud-Ouest de la France : *Armillaria tabescens* (Fr.) Scop. et *Phytophthora cinnamomi* Rands.

(Eucalyptus dieback in the south-west of France : *Armillaria tabescens* (Fr.) Scop. and *Phytophthora cinnamomi* Rands.)

Brigitte LUNG-ESCAVANT,
Danièle POINÇOT & Bernard TARIS
E.N.I.T.A., Laboratoire de Pathologie végétale,
B.P. 593, F 33170 Gradignan.

L'intensification récente de l'implantation de l'eucalyptus dans le Sud-Ouest de la France a amené de nouveaux problèmes phytosanitaires.

C'est en 1981, dans la région toulousaine, que les premiers dépérissements ont été constatés sur *E. possiflora*, *E. gunnii*, *E. macarthurii* et surtout *E. dalrympleana*.

Dans la parcelle plantée en *E. dalrympleana*, les mortalités ont progressé rapidement en 3 ans : sur 4 500 plants, 0,6 p. 100 de plants atteints en 1981, 4,2 p. 100 en 1982 et 6,7 p. 100 en 1983 soit au total 11,4 p. 100 de la plantation.

Dès 1981, la présence de l'armillaire a été constatée sur les plants dépérissants ou morts.

De nombreux prélèvements dans les eucalyptus et le taillis jouxtant la parcelle (représentatif du taillis préexistant avant la plantation) ont permis de constater la présence simultanée d'*A. tabescens*, *A. mellea* et *A. bulbosa* (détermination des espèces par la méthode de confrontation génétique).

A. mellea et *A. bulbosa* ont essentiellement un rôle saprophytique. Par contre, *A. tabescens* a été isolé sur les eucalyptus dépérissants. Sa détermination a été possible par l'obtention des carpophores *in vitro*, par la présence des carpophores au pied des arbres atteints en octobre 1983 ; elle a été confirmée par l'incompatibilité des divers isolements avec les testeurs des espèces d'armillaire européens du groupe « *mellea* » (A.B.C.D.E.).

A. tabescens, considéré comme non pathogène dans nos régions mais déjà signalé comme responsable de dépérissements d'eucalyptus en Tunisie (DELATOUR, 1969) pourrait être, dans le Sud-Ouest, responsable de dépérissements. Ceci doit être confirmé par les inoculations artificielles en cours.

En 1984, une nouvelle mortalité sur *E. gunnii* due à *A. tabescens* a été constatée en Lot-et-Garonne.

D'autre part, un nouveau faciès de dépérissement a été noté récemment (juillet 1984) dans une plantation d'un clone d'*E. gunnii* de 2 ans dans la région d'Angoulême.

Phytophthora cinnamomi a été isolé dans 75 p. 100 des prélèvements réalisés à partir des fronts de pourritures racinaires observées chez les sujets morts ou au premier stade de dépérissement (rougissement de quelques feuilles). Les mortalités sont réparties sur 40 ha de plantations et peuvent atteindre 50 p. 100 des plants dans certains placeaux.

La surveillance phytosanitaire de cette nouvelle essence est donc à poursuivre, l'introduction de l'eucalyptus dans notre région étant en plein essor.

Une armillaire de Basse Côte-d'Ivoire.

(An *Armillaria* species of the lower Ivory Coast.)

Michel NICOLE & Bernard MALLET (*)
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.
(*) C.T.F.T., Département de Protection forestière,
B.P. 33, Abidjan 08, Côte-d'Ivoire.

Les prospections phytosanitaires effectuées dans les plantations expérimentales du C.T.F.T. localisées en zone de forêt dense humide sempervirente (pluviométrie > 1 800 mm), ont permis de détecter un foyer à pourridié causé par le genre *Armillaria*.

A ce jour, sur les 37 espèces forestières plantées dans cette station, 7 sont sensibles à ce parasite. Selon les essences, l'ampleur des dégâts varie de 3 à 30 p. 100 ; les parcelles les plus atteintes étant toutefois situées dans les bas-fonds inondables.

Au niveau symptomatologique, les troncs d'arbres malades présentent des craquelures de l'écorce (*Gmelina arborea*) ou des exudations de résine (*Pinus caribea* et *Pinus oocarpa*). Sous l'écorce, des lames mycéliennes blanches peuvent se développer jusqu'à 4 m au-dessus du collet. Le bois anciennement attaqué est entièrement dégradé. Un examen du système racinaire de plusieurs arbres n'a jamais révélé l'existence de rhizomorphes de type *subterranea*.

In vitro, le parasite a été isolé sur milieu malt gélosé. Des rhizomorphes épais se développent rapidement en position intramatrielle puis aérienne. Par contre la croissance du mycélium est faible. Ces deux structures ne manifestent pas de luminescence en lumière ultraviolette.

Que ce soit en plantation ou *in vitro*, aucune fructification n'a été observée. Sur ces bases, l'identification de cette armillaire est délicate. En Côte-d'Ivoire, les 2 espèces identifiées à ce jour (*A. mellea* et *A. elegans*) ont également été recensées en forêt dense sempervirente, mais en zone de montagne.

Enfin, au plan économique, l'incidence de ce foyer demeure faible. En effet, la stratégie de reboisement du pays concerne principalement la zone de forêt dense humide semi-decidue (pluviométrie < 1 400 mm), dans laquelle aucune attaque d'armillaire n'a été signalée à ce jour.

« Dry root rot », une nouvelle maladie des agrumes en Grèce.

(«Dry root rot», a new disease of Citrus in Greece.)

Maria MATHIOUDI, Vaguélis BOURBOS (*)
& Michel SKOUDRIDAKIS (*)

Centre de Recherche agricole de la Crète, Chania, Grèce.

(*) Institut des Plantes subtropicales et de l'Olivier, Chania, Grèce.

Une nouvelle maladie, la pourriture sèche des racines, connue sous le nom de « Dry root rot » se manifeste chez les agrumes de Grèce et surtout de Crète, provoquant des dégâts importants. Dans certains cas, plus de 30 p. 100 des arbres ont été détruits par cette maladie. Les jeunes sujets de moins de 5 ans ainsi que les arbres en production de 15-25 ans se sont montrés les plus sensibles.

La maladie se manifeste fortement au cours de 3 périodes : la pleine floraison, la période estivale (températures élevées) et le début de la maturité des fruits. Les porte-greffes *Citrus aurantium*, *Poncirus trifoliata* et *Troyer citrange* sont également affectés.

Les symptômes les plus fréquents sont l'apoplexie (pendant les 3 périodes mentionnées) ou l'hémiplégie.

Les symptômes s'observent principalement sur le collet et les grosses racines des arbres greffés sur bigaradier (porte-greffe de presque tous les agrumes en Crète). Quelques taches nécrotiques profondes apparaissent sans écoulement gommeux. Parfois, ces taches se dessèchent et l'écorce se fissure. Parfois la coalescence de

ces taches aboutit à des bandes foncées qui couvrent la surface de l'écorce près du collet et peuvent gagner les grosses racines.

En général, le collet et les grosses racines ne présentent aucun symptôme externe. Dans les 2 cas, une coupe longitudinale des parties malades du collet révèle une pourriture sèche, sombre, de l'écorce et du bois externe, dont la coloration varie du marron-rouge à l'orange-rouge. Le bois affecté, très dur au début, devient plus friable lorsque la maladie est en pleine évolution. La maladie peut affecter même les petites racines où elle se manifeste par des lésions brunes.

La partie de l'arbre qui correspond aux lésions d'écorce, dépérit : les feuilles jaunissent en commençant par la nervure centrale, la décoloration peut atteindre le limbe entier. On peut dire que les symptômes foliaires sont semblables à ceux de la « gommose » causée par *Phytophthora citrophthora* et *P. parasitica*, et à ceux rencontrés dans tous les troubles affectant la circulation de la sève.

La maladie paraît être favorisée par les facteurs suivants :

— excès ou manque de l'eau d'irrigation, sol lourd et mal drainé, techniques culturales provoquant des blessures au niveau du collet ou des racines, attaque du système racinaire par les nématodes, excès de fumure azotée, blessures du collet ou des racines causées par divers rongeurs.

A partir de nombreux échantillons de pourriture sèche des racines, 3 espèces de *Fusarium* ont été isolées : *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg et *F. sambucinum* Fuckel.

La présence quantitative de ces 3 espèces est respectivement de 7,5 ; 1,5 ; 1. La possibilité de l'existence d'un complexe parasitaire ainsi que d'interactions fait l'objet d'une recherche particulière de la part des auteurs.

*Croissance et ramification du rhizomorphe
des 5 espèces européennes d'armillaires du groupe « mellea ».*
(Growth and rhizomorph ramification in 5 European species
of *Armillaria* of the *mellea* group.)

Caroline MOHAMED

I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand.

La morphogenèse du rhizomorphe de type *subterranea* a été étudiée grâce à une méthode d'obtention des rhizomorphes en « caisson à brouillard » (rhizotron) à partir de baguettes de bois de noisetier colonisées par les différentes espèces d'armillaire. L'étude a porté sur un grand nombre d'isolats d'origines diverses appartenant à chacune des 5 espèces, qui montrent, dans ces conditions, de grandes différences de comportement :

1. L'apparition des rhizomorphes chez *A. cepaestipes* et *A. bulbosa* est très rapide et la production initiale des systèmes rhizomorphiques est abondante. Pour *A. borealis* et *A. mellea* s. str. ; l'apparition est plus tardive et les systèmes sont beaucoup moins nombreux. Chez *A. obscura*, elle est encore plus lente et plus aléatoire.

2. Les espèces se distinguent par leur système de ramification et également par la vitesse de croissance de leurs rhizomorphes.

A. borealis : ramification régulièrement dichotome, croissance initiale assez rapide.

A. mellea : ramification dichotome irrégulière, vitesse de croissance lente.

A. obscura : ramification dichotome ou monopodiale, très irrégulière sur un même système, vitesse de croissance très lente.

A. cepaestipes : ramification monopodiale, vitesse de croissance rapide.

A. bulbosa : ramification monopodiale, croissance rapide, rhizomorphes souvent entourés d'un gel brun et acide.

3. Le délai nécessaire à l'apparition des premières ramifications est très court pour *A. borealis* et légèrement plus long pour *A. cepaestipes* et *A. bulbosa*. Les 3 espèces ont des systèmes très ramifiés.

A. mellea et *A. obscura* présentent des systèmes rhizomorphiques qui se ramifient tardivement et peu abondamment.

4. Au bout d'un an, *A. borealis*, *A. mellea* et *A. obscura* atteignent les limites de leur croissance, montrant très peu d'apex en activité ; les baguettes (bases nutritives) sont peu décomposées. Au contraire, *A. cepaestipes* et *A. bulbosa* présentent un certain nombre d'apex en activité et une croissance réduite, mais existante ; les bases nutritives sont très décomposées. Ces deux espèces montrent donc une meilleure adaptation à la croissance saprophytique.

Sur des systèmes d'*A. cepaestipes* et *A. bulbosa* séparés de la baguette après 4-6 mois, la croissance de certains apex se poursuit, probablement grâce à des translocations à partir des parties âgées des systèmes.

5. Sur des baguettes ensemencées avec 2 espèces à la fois, on observe la domination d'*A. mellea* sur *A. cepaestipes* et *A. bulbosa*. Les combinaisons *A. obscura/A. bulbosa* et *A. obscura/A. cepaestipes* montrent une croissance initiale élevée de *cepaestipes* ou *bulbosa* suivie, après quelques mois, d'une apparition des rhizomorphes d'*A. obscura*, dont la croissance est alors plus forte que sur les baguettes ensemencées avec *A. obscura* seule.

42 1945

*Dégradation de la lignine d'Hevea brasiliensis
par Rigidoporus lignosus et Phellinus noxius.*

(Degradation of *Hevea brasiliensis* lignin
by *Rigidoporus lignosus* and *Phellinus noxius*.)

Jean-Paul GEIGER, Michel NICOLE & Daniel NANDRIS
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire

Cette étude a été menée dans le but de comparer les aptitudes, aux plans qualitatifs et quantitatifs, de *R. lignosus* et *P. noxius*, parasites des racines de l'hévéa, à dégrader le bois *in vitro* (bûchettes stérilisées) et *in vivo* (pivots d'hévéa infectés en plantation).

Les résultats enregistrés *in vitro* révèlent sans équivoque la nature lignivore des 2 champignons. A cet égard, la comparaison avec l'activité d'un agent de pourriture brune, non lignivore (*Antrodia* sp.) est particulièrement démonstrative. L'activité lignolytique peut être fortement amplifiée (au moins chez *P. noxius*) par un apport nutritif exogène. On note également que les 2 parasites provoquent une forte altération de la lignine résiduelle du bois attaqué. Cette altération est caractérisée par une chute brutale du rapport S/V (Synringaldéhyde/Vaniline).

In vivo, par rapport aux tissus sains (TS), on observe une augmentation significative du taux de lignine dans les tissus infectés prélevés au niveau du front de progression du parasite (TPF) ; ceci uniquement en cas d'attaque par *R. lignosus*. Il semblerait que l'hévéa réagisse en synthétisant plus activement de la lignine afin d'endiguer l'attaque. Cette réaction n'est pas efficace puisque l'agent pathogène finit par dégrader le polymère comme le montre la chute du taux de lignine dans les tissus parasités (TP) éloignés du front (donc plus anciennement envahis). Cette manifestation particulière au niveau des TPF, déjà décelable dans les tissus sains situés à proximité du front (TSF), n'existe pas en cas d'attaque par *P. noxius* ; il convient de souligner que dans la nature, aucune manifestation réactionnelle, telle que rhizogenèse secondaire, n'a jamais été observée sur des hévéas infectés par ce parasite.

Au plan de la composition monomérique de la lignine des TP, on note une chute du rapport S/V similaire à celle mise en évidence *in vitro*. Des hypothèses sont émises en relation avec une plus forte affinité de la laccase pour l'acide sinapinique que pour les autres unités constitutives de la lignine (ou son aptitude à déméthoxyler cet acide) ou bien une meilleure accessibilité à une sous-couche pariétale riche en unités sinapiniques qui serait donc dégradée en premier (effet topochimique).

Enfin, les dosages de lignine mettent en évidence une tendance, de la part de *R. lignosus*, à dégrader préférentiellement la lignine, tandis que la tendance inverse (dégradation préférentielle de la fraction polysaccharidique) est observée pour *P. noxius*.

*Modifications des laticifères d'Hevea brasiliensis atteints
de pourridies.*

(Modifications in the laticifers of *Hevea brasiliensis* infected
by root-rotting fungi.)

Michel NICOLE, Daniel NANDRIS & Jean-Paul GEIGER
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

Une attaque du système racinaire d'*Hevea brasiliensis* par *Rigidoporus lignosus* et *Phellinus noxius* se traduit, entre autres, par un arrêt de la production de latex, même au-delà des tissus nécrosés.

Les laticifères, spécialisés dans la synthèse de caoutchouc, sont disposés dans le phloème fonctionnel, proche du cambium libéro-ligneux. Outre les organites classiques, chaque cellule renferme des lutoïdes et des particules de Frey-Wyssling, vacuoles à caractère

42 1946

lysosomal, ainsi que des particules de caoutchouc, polymère isoprénique. L'ensemble se maintient en équilibre électrostatique dans le sérum cytoplasmique.

La contamination et la dégradation des tissus racinaires provoquent la coagulation interne du caoutchouc dont les étapes sont les suivantes :

- rupture des membranes vacuolaires et formation de microcogulaires par fusion des particules de caoutchouc ;
- éclatements des systèmes vacuolaires et fusion des microcogulaires ;
- microvésiculation du cytoplasme et disparition des structures membranaires ;
- prise en masse totale du caoutchouc, stade ultime de la coagulation.

Ce mécanisme se déroule sans contact direct avec le parasite, suggérant une induction à distance de la coagulation. Compte tenu de l'interrelation entre les rayons libériens et les laticifères, les produits de dégradation des parois sont transportés vers les vaisseaux et agiraient en tant que facteur coagulant, provoquant ainsi la déstabilisation de leur contenu. Les cellules voisines des laticifères conservent par contre leur intégrité ; aucune perturbation de leur organisation n'a été observée.

Dans le cadre des interactions hôte-parasite, ce phénomène peut s'interpréter en tant que mécanisme physiologique lié aux perturbations métaboliques de l'hôte consécutives à l'infection. On assiste vraisemblablement à une activation du processus de vieillissement des laticifères qui, chez un arbre parasité, apparaît comme une stimulation d'un mécanisme existant faiblement chez un arbre sain.

Comportement de *Collybia fusipes* en inoculations artificielles sur chênes.

(Behaviour of *Collybia fusipes* after artificial inoculations on oaks.)

Claude DELATOUR & Jean-Jacques GUILLAUMIN (*)
I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie forestière, Champenoux,
F 54280 Seichamps.

(*) I.N.R.A., Station de Pathologie végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand

Au cours d'études antérieures conduites sur le « dépérissement du chêne », il a été montré que certains Basidiomycètes racinaires jouent probablement un rôle non négligeable dans la capacité des arbres à surmonter des stress comme celui de la sécheresse de 1976. A cet égard, *C. fusipes* a révélé une capacité pathogène jusque-là insoupçonnée.

Des inoculations ont été réalisées tant en conditions contrôlées sur jeunes plants qu'en conditions forestières sur chênes adultes. Les premiers résultats mettent en lumière certaines difficultés méthodologiques, concernant notamment la survie du champignon en conditions forestières.

Dans les conditions expérimentales utilisées :

- la réussite des infections n'a pas pu être clairement reliée à l'espèce-hôte (*Quercus robur*, *Q. petraea*), ni à son état de vigueur ;
- la transgression par le pathogène des barrières anatomiques néoformées est possible mais les facteurs qui l'influencent restent à déterminer ;
- la progression de *C. fusipes* est très lente dans les sites inoculés.

Analyse préliminaire de l'intensité et de la répartition de *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. au Portugal. (Preliminary analysis of impact and distribution of *Rosellinia necatrix* in Portugal.)

Antonio José TEIXEIRA DE SOUSSA
Estação Nacional de Fruticultura « Vieira Natividade »,
2460 Alcobaca Portugal.

La carte présentée illustre la répartition de la pourriture blanche des racines provoquée par *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. dans les vergers du Portugal. Les zones où la maladie sévit avec la plus grande intensité sont également les grandes régions de production de fruits à pépins du pays (Ouest-Ribatejo, Beira intérieur et Minho). Les notations préliminaires effectuées au champ dans les régions

d'Alcobaca, Porto-Mos, Batalha et Terres Vedras révèlent que 31,2 à 43,1 p. 100 des vergers sont affectés.

On a étudié les corrélations entre l'intensité de la maladie (nombre d'arbres morts) dans ces vergers et un certain nombre de facteurs tels que topographie, type de sol (structure), texture et pH, système de conduite, densité de plantation, cultures précédentes et associées, irrigation, fumure, état sanitaire du verger.

Epidémiologie des maladies racinaires d'*Hevea brasiliensis*. (Epidemiology of root diseases of *Hevea brasiliensis*.)

Daniel NANDRIS, Jean-Paul GEIGER & Michel NICOLE
O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Phytopathologie,
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

Dans la zone de forêt dense humide, en Basse Côte, les agents de pourridité, *Rigidoporus lignosus*, *Phellinus noxius* et, dans une moindre mesure, *Sphaerostilbe repens* provoquent des dégâts souvent importants aux plantations d'hévéa installées après défriche. Après avoir observé le comportement de ces parasites, à l'état endémique, dans la forêt, un suivi épidémiologique a été réalisé en plantation, sur plusieurs parcelles fortement infestées, afin de cerner la dynamique de leurs infestations.

L'expérimentation a consisté à inspecter régulièrement chaque hévéa tous les 6 mois, la caractérisation de la contamination ou de l'infection étant réalisée après dégagement sommaire du collet de l'arbre. A ce titre, il faut signaler que 2 essais méthodologiques d'amélioration de cette détection (photographie aérienne en infrarouge, recherche dans le latex d'un marqueur biochimique de l'infection) sont restés infructueux.

A l'issue des 6 années de suivi, certaines tendances majeures du comportement parasitaire peuvent, d'ores et déjà, être dégagées. Tout d'abord, l'analyse globale confirme qu'une phase de ralentissement des activités parasitaires fait suite, à compter de la 6^e année de culture, à l'explosion et à la dissémination des foyers. Ceci est particulièrement perceptible, pour les 3 parasites, au niveau de l'évolution des taux de contamination et de mortalité.

Par ailleurs, l'analyse comparée des aptitudes pathogéniques de *R. lignosus* et *P. noxius* (*S. repens* ne provoque que très rarement la mort de l'hôte) révèle en premier lieu des différences dans la sévérité des attaques (ou plus précisément dans la vitesse moyenne avec laquelle le parasite tue l'arbre contaminé). En second lieu cependant, les temps moyens mis pour contaminer un arbre sain voisin à partir d'un arbre malade sont identiques pour les 2 parasites. L'intégration de ces paramètres fait apparaître que le taux de multiplication du nombre d'arbres malades en 5 ans est plus élevé pour *P. noxius* que pour *R. lignosus*.

Si l'on considère le foyer parasitaire et non plus l'arbre comme maille élémentaire de l'analyse, il s'avère que la nature du parasite, la date de manifestation du foyer et son importance initiale conditionnent, de façon conséquente, sa capacité à évoluer, le taux d'arbres contaminés en 5 ans ainsi que le taux de mortalité des arbres malades.

En dernier lieu, cette analyse souligne l'importance des variations des activités parasitaires au cours du temps. Les modulations observées sont, d'une part, le reflet des variabilités du pouvoir pathogène entre les souches constituant la population parasitaire et des capacités réactionnelles des arbres au sein d'un même clone. D'autre part, avec l'âge ces capacités augmentent alors que, progressivement, les foyers s'épuisent. Enfin, l'alternance des saisons sèches et humides, la texture du sol ainsi que le mode de défriche de la forêt influent également sur la propagation des parasites, le niveau de pénétration initiale du pivot de l'hévéa et la cinétique de l'infection.

Importance et épidémiologie d'*Armillaria obscura* (Secr.) Romagn. sur pin maritime dans les Landes de Gascogne. (Incidence and epidemiology of *Armillaria obscura* on maritime Pine in Landes de Gascogne.)

Dominique GUYON(*, °), Brigitte LUNG-ESCAUMANT (*),
Jacques RIOM (°) & Bernard TARIS (*)
(*) E.N.I.T.A., Laboratoire de Pathologie végétale,
1, Cours du Général de Gaulle, F 33170 Gradignan
(°) I.N.R.A., Laboratoire d'Ecologie et de Sylviculture,
Pierroton, F 33610 Cestas.

A. obscura est présent sur pin maritime dans tout le massif forestier des Landes de Gascogne. La frange ouest du massif est actuelle-

112 1949
←

ment la plus touchée sans que l'on puisse donner une relation entre le type de lande et l'importance de la maladie.

Au niveau de la station contaminée, la gravité de l'attaque peut être également très variable.

L'étude au sol apporte peu de précisions sur la propagation du parasite, en particulier au niveau des jeunes peuplements qui sont les plus touchés.

La photographie aérienne permet d'avoir un suivi régulier de l'évolution de la maladie sur de grandes surfaces.

Chaque année, depuis 1980/1981, des dépérissements dus à *A. obscura* sont suivis dans 15 sites à l'aide de photographies aériennes.

Ces photographies, réalisées en couleurs et à grande échelle, permettent l'identification fine de la végétation et le repérage de l'état phytosanitaire des pins.

Grâce à ces repérages, on note que 1 à 5 p. 100 des arbres disparaissent par an sur un même peuplement ; l'importance des mortalités peut aller jusqu'à réduire de moitié la densité du peuplement.

La répartition des attaques a été étudiée par une analyse statistique non paramétrique fondée sur l'emploi de grilles de dénombrement disposées sur la cartographie.

Ces analyses permettent de rejeter l'hypothèse d'une distribution au hasard des mortalités. Elles montrent également une grande diversité dans la répartition spatiale des attaques. Ces dernières peuvent être soit très localisées soit très disséminées avec des cas intermédiaires comportant les 2 faciès en proportions variables.

Améliorer la résistance de l'épicéa à *Heterobasidion annosum* ?

(How to improve resistance of Norway spruce to
Heterobasidion annosum ?)

Claude DELATOUR

I.N.R.A., Laboratoire de Pathologie forestière, Champenoux,
F 54280 Seichamps.

L'auteur analyse les différentes approches qui permettent de déceler des facteurs de résistance et leurs variations chez le couple *Picea abies/H. annosum*.

La 1^{re} approche concerne les études faites à partir de tissus détachés de l'arbre, de leurs extraits ou de substances commerciales équivalentes. La 2^e groupe les inoculations artificielles qui réalisent une réelle confrontation entre l'hôte et le pathogène. La dernière consiste en l'étude du comportement d'un matériel végétal contrôlé en conditions naturelles.

Un manque évident de connaissances empêche actuellement de relier entre eux avec certitude les résultats acquis par ces 3 approches complémentaires.

Influence de l'endomycorhization du merisier sur le potentiel infectieux des sols infestés par *Pythium spp.*

(Influence of endomycorrhization of wild cherry on
the infection potential of soils invaded by *Pythium spp.*)

Robert PERRIN, Vivianne GIANINAZZI-PEARSON (*)
I.N.R.A., Station de Recherches sur la Flore pathogène dans le sol,
(*) Station d'Amélioration des Plantes,
B.V. 1540, F 21034 Dijon Cedex.

Deux clones de merisier, produits *in vitro*, ont été inoculés avec diverses espèces de champignons mycorrhizogènes (*Glomus mossae*, *G. fasciculatum*, *G. monosporum*, *Glomus* sp. E3) ou un mélange de ces espèces. Les merisiers sont transplantés dans un sol artificiellement infesté par *Pythium spp.*, à un niveau de potentiel infectieux connu. Ce sol, favorable à la mycorrhization, est également réceptif aux *Pythium*. Après quelques semaines (4 à 11), le potentiel infectieux du sol soumis à l'influence des racines (endomycorhizées ou non) est mesuré. Le potentiel infectieux augmente sous l'effet de la plante non mycorhizée mais une grande différence existe d'un clone à l'autre. Certaines espèces mycorrhizogènes contribuent à la diminution, d'autres à l'augmentation du potentiel infectieux. La réduction la plus marquée et la plus constante est observée avec le mélange d'espèces, comme cela a déjà été observé chez d'autres modèles (*P. cinnamomi/Chamaecyparis lawsoniana*, BARTCHI *et al.*, 1981).

Les modifications du potentiel infectieux sous l'effet des endomycorhizes sont fortement influencées par les conditions de croissance des merisiers.

La lutte chimique contre les armillaires.

(Chemical control of *Armillaria* root rot.)

Brigitte LUNG-ESCARMANT, Bernadette DUBOS (*) &
Jean-Jacques GUILLAUMIN (**)

E.N.I.T.A., Laboratoire de Pathologie Végétale,
F 33170 Gradignan.

(*) I.N.R.A., Centre de Bordeaux, Station de Pathologie Végétale,
F 33140 Pont de la Maye.

(**) Station de Pathologie Végétale,
F 63100 Clermont-Ferrand.

La mise en œuvre de méthodes de lutte chimique contre les Armillaires est difficile et les résultats obtenus à partir des désinfections de sols sont souvent décevants et, de ce fait, économiquement peu rentables.

Dans le but d'améliorer l'efficacité des traitements, nous avons tenté de mieux cerner les conditions d'application des différents produits.

Concernant les 2 fumigants les plus connus, le sulfure de carbone et le bromure de méthyle, nous avons montré que l'efficacité du CH_3Br est supérieure à celle du CS_2 , mais cette dernière est améliorée lorsque le produit est apporté en profondeur.

Les doses à retenir dans la pratique pourraient être de 100 ml/m² pour le CS_2 et 100 g/m² pour le CH_3Br .

La diffusion du CH_3Br (100 g/m²) dans les sols filtrants est bonne quelle que soit la modalité d'application (en surface ou en profondeur), mais la rémanence est meilleure dans le cas d'une application en profondeur. On constate que les doses réelles appliquées sont toujours supérieures à la dose létale. Cependant, un défaut d'homogénéité du sol (présence de plaques d'argile par exemple) rend le traitement inopérant.

Quant à l'armillatox, d'origine britannique, il semble avoir une action préventive à court terme et réduit le potentiel d'inoculum présent dans le sol. Toutefois à échéance de 5 ans, les traitements (sur l'abricotier) sont sans conséquence pratique. Peut-être conviendrait-il de renouveler les traitements, ce qui pose le problème de leur prix de revient.

Observations préliminaires sur la pourriture du pied du genêt sur la « Riviera dei Fiori ».

(Preliminary observations on a root rot of florist's *Genista*
in the « Riviera dei Fiori ».)

M. Grazia MURATORE, Carlo PASINI (*)

Istituto Regionale per la Floricoltura, Via Carducci 12,
Sanremo Italie.

(*) Istituto Sperimentale per la Floricoltura, C. so Inglesi 362,
Sanremo Italie.

Durant ces dernières années, la culture du genêt (*Genista monosperma*) s'est développée considérablement sur la « Riviera dei Fiori » et occupe maintenant le 3^e rang parmi les plantes à fleurs coupées.

Dernièrement, ont été signalés de nombreux cas de mortalité avec symptômes de pourriture sur racines ; cette mortalité concerne environ 10 p. 100 des plantes, aussi bien dans les jeunes que dans les vieilles plantations.

La maladie se manifeste par un jaunissement de la partie aérienne principalement en fin d'été et début d'automne, c'est-à-dire au moment de la croissance active des genêts après le repos estival.

La mort survient quelques semaines après le jaunissement. Les plantes arrachées présentent une zone mycélienne blanche et il se dégage une odeur caractéristique de champignon frais.

A partir de racines infectées, on isole sur P.D.A. 2 champignons responsables de pourridié : *Rosellinia sp.* et *Armillaria sp.*

Nous avons reproduit aisément les symptômes par contamination de jeunes plants. Il est prématuré de préciser le rôle de ces 2 agents pathogènes.

Nous avons effectué un certain nombre de tests fongicides et biologiques *in vitro* et *in vivo* contre *Rosellinia sp.*

Les produits les plus efficaces sont le benomyl et le prochloraz.

Le fenfuram et le pyracarbolide sont également très actifs mais à des doses trop élevées pour un emploi éventuel en culture.

Nous avons entrepris une série d'essais en cultures avec le benomyl et le prochloraz ; des jeunes genêts sont plantés en terrains contaminés artificiellement ou infectés naturellement. Le traitement est effectué par arrosage avec 15/20 l de fongicide à 0,25 p. 100 par plante. Les applications sont renouvelées chaque mois.

La lutte chimique présente des limites dues au coût élevé pour atteindre les parasites sur les racines profondes. Nous avons aussi testé *in vitro* certaines souches de *Trichoderma*, pour une utilisation en lutte biologique.

Une expérimentation est en cours pour vérifier l'efficacité de deux souches particulières de cette espèce en culture. Au moment de la transplantation, on a incorporé 50 g par plante du milieu de culture sur blé des antagonistes.

D'autre part, nous envisageons de vérifier le comportement de différentes espèces des genres *Genista* et *Cytisus vis-à-vis* du *Rosellinia* et de l'*Armillaria* pour une utilisation éventuelle comme porte-greffe.

III. TRAVAUX DE LA SECTION MYCOLOGIE

La nécrose corticale de l'hévéa en Côte-d'Ivoire.

(Bark necrosis of rubber in Ivory Coast.)

Daniel NANDRIS, Hervé CHRESTIN (*), Jean-Paul GEIGER,
Michel NICOLE, Jean-Claude THOUVENEL(**)
O.R.S.T.O.M., Laboratoires de Phytopathologie,
Physiologie végétale (*) et Virologie (**),
B.P. V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

Cette affection, qui concerne principalement de jeunes hévéas durant les premières années de saignée, se traduit par une nécrose progressive des tissus corticaux du tronc, à partir du collet vers l'encoche de saignée. La maladie semble débiter à l'intérieur de l'écorce au niveau du phloème conducteur qui jouxte le cambium. La différenciation centrifuge de nécroses internes puis externes se réalise à partir de cette zone d'altération, sous forme de plages brunes plus ou moins allongées qui sont détectables uniquement après grattage de l'assise subéro-phello-dermique.

Le symptôme externe le plus précoce de la maladie semble être le tarissement généralisé de la production de latex au niveau du tronc. Ultérieurement, on observe la formation de craquelures, de fissures, puis une desquamation d'importantes portions d'écorce altérées.

En plantation, cette maladie est disséminée sous forme de foyers dont l'extension fréquente sur la ligne de plantage suggère une contamination latérale d'arbre en arbre et conforte l'hypothèse d'une affection pathologique.

L'examen microscopique de tissus en voie d'altération révèle, d'une part, que la progression de la maladie s'effectue préférentiellement par les parois des cellules, tant dans le plan tangentiel que radial ou vertical, et, d'autre part, que les laticifères apparaissent particulièrement concernés par cette altération.

Des analyses biochimiques comparatives concernant le latex et l'écorce d'hévéas malades et d'hévéas sains font apparaître que le phénomène de tarissement généralisé du système laticifère ne présente pas les caractéristiques d'une « encoche sèche » due à une surexploitation de l'arbre. Dès le 1^{er} stade de détection par les nécroses internes, les perturbations métaboliques sont déjà maximales dans le latex.

Les nombreux isollements réalisés à partir d'écorce malade ont permis de caractériser de nombreux champignons ainsi que plusieurs colonies bactériennes sans que l'on puisse actuellement leur imputer un rôle déterminant dans l'affection. Les recherches de virus ou de mycoplasmes sont restées vaines à ce jour. Différentes études ainsi que des expérimentations (traitements différentiels, essais de transmission et de réinoculation, etc...) sont en cours pour préciser la nature de cette affection et rechercher une méthode de lutte.

Contribution à la connaissance de la biologie et de l'épidémiologie de Cladosporium carpophilum Thümen, agent de la tavelure du mirabellier (Prunus domestica L. v. insititia) en Lorraine.

(Investigations on the biology and epidemiology of *Cladosporium carpophilum* Thümen causing scab of « Mirabelle » plum (*Prunus domestica* L. var. *insititia*) in Lorraine.)

Hubert RAYMONDAUD, René PINEAU & Michel MARTIN
E.N.S.A.I.A., Phytopathologie, 38, rue Sainte Catherine,
F 54000 Nancy.

La tavelure du mirabellier se manifeste sur rameaux, feuilles et fruits.

Sur rameaux de l'année, c'est à la fin du printemps qu'apparaissent les taches d'abord brunes, rondes de quelques mm, puis noires, ovales ou rondes, de 5 à 10 mm de diamètre, parfois confluentes. Le mycélium est sub-épidermique et ne provoque pas de chancre, tout au plus un soulèvement de l'épiderme avec déchirure au pourtour de la tache, en fin d'évolution. Les taches ne sont plus fonctionnelles après 2 ans ; le mycélium est rejeté lors de l'accroissement du liège.

Sur feuilles, les taches, mises en évidence pour la première fois en France, apparaissent à la fin du printemps et resteront très peu visibles : ce sont de petites ponctuations gris verdâtres, de 1 à 2 mm de diamètre ; le mycélium est là aussi sub-épidermique, mais ne forme pas de stroma. L'aspect velouté de la tache est dû aux nombreux conidiophores. Il n'y a ni nécrose, ni criblure.

Sur fruits, les taches apparaissent encore à la fin du printemps et évoluent jusqu'à fin août. D'abord gris clair, rondes, elles virent au noir, ne lésant que superficiellement l'épiderme.

La forme de conservation prépondérante du champignon est le mycélium restant sub-épidermique dans les rameaux de l'année et de 1 an. La forme sexuée a été trouvée pour la première fois en France (*Venturia carpophila* Fisher) : elle ne semble avoir aucun rôle dans les contaminations primaires.

Les contaminations primaires se font au début du printemps. Les taches sporulent avant le débourrement, les feuilles sont donc contaminées dès leur apparition si certaines conditions climatiques sont remplies : 4 jours d'humectation cumulée à 15 °C pour la sporulation des taches sur rameaux à la sortie de l'hiver et 6 h d'humectation à 15 °C pour la germination des conidies.

La durée d'incubation, estimée par inoculation artificielle, est de 3 à 4 semaines à 20 °C.

Après la première période favorable à la sporulation des taches sur rameaux, la production de conidies peut continuer toute la saison, les conditions favorables étant alors de 12 h d'humectation cumulée à 20 °C.

La dissémination s'effectue essentiellement par la pluie et les vents violents. L'agent est à l'état endémique dans tous les vergers de l'Est de la France.

Les fruits peuvent être contaminés dès la chute du calice (stade I). La protection des fruits peut être recherchée par la diminution des contaminations primaires (élimination et traitement des taches sur rameaux si les conditions sont favorables), la diminution du taux d'inoculum présent lors du stade I et traitement préventif si nécessaire.

En dehors des conditions climatiques favorables déjà indiquées, on doit tenir compte en outre du degré d'infestation du verger et de la sensibilité variétale.

Un essai de traitements a été mené en verger. La meilleure efficacité a été obtenue par un traitement fongicide (mancozèbe 160 g/hl) raisonné d'après les périodes à risques définies ci-dessus. Sept passages ont ainsi permis de réduire le pourcentage de fruits tavelés à 10 p. 100 (contre 44 p. 100 pour le témoin). Un réseau d'observation permettrait une bonne détection des périodes à risques.

Synthèse des mycorhizes de différents Tuber avec Corylus avellana et Quercus pubescens sous aérosol nutritif. (Mycorrhizal synthesis of Tuber spp. with Corylus avellana and Quercus pubescens in a nutritive mist box.)

Gérard CHEVALIER
I.N.R.A., Station de Pathologie Végétale,
F 63039 Clermont-Ferrand Cedex.

Conçus au départ pour étudier la morphogenèse et la croissance des systèmes racinaires, les caissons à brouillard nutritif ont permis,



dans un passé récent, la réalisation de différentes synthèses mycorrhiziennes, dont celle de *Tuber melanosporum* (truffe dite de Périgord) avec *Quercus robur* (chêne pédonculé) (MOUSAIN & LAMOND, 1978).

Ces caissons à brouillard peuvent également s'avérer utiles pour la production en quantité importante d'inoculum de champignons mycorrhiziens se développant mal en culture ou à spores germant de manière irrégulière (cas de *T. magnatum*, truffe blanche du Piémont, et de *T. mesentericum*, une des 2 espèces de truffes de Bourgogne).

Des plantules gnotoxéniques de *Corylus avellana* et *Quercus pubescens* préalablement mycorhizées par différents *Tuber* (*T. brumale*, *magnatum*, *melanosporum*, *mesentericum* et *uncinatum*) sur substrat inerte arrosé avec une solution nutritive (CHEVALIER & DESMAS, 1976) ont été repiquées sur un caisson étanche et obscur, leur système racinaire étant maintenu temporairement sous aérosol nutritif à l'aide d'un humidificateur centrifuge (LAMOND, 1975). Le dispositif a été placé dans une serre non climatisée.

La solution nutritive de base utilisée était celle de la Station d'Agronomie du C.R.A. de Clermont-Ferrand, déjà citée dans des publications antérieures (CHEVALIER et DESMAS, 1976, 1977), avec, pour les principaux éléments, les concentrations ioniques suivantes : NH_4^+ : 1,1 meq./l ; NO_3^- : 6,2 meq./l ; H_2PO_4^- : 0,55 meq./l ; HPO_4^{2-} : 1,1 meq./l ; K^+ : 3,65 meq./l ; Ca^{2+} : 4,2 meq./l ; Mg^{2+} : 2,2 meq./l ; son pH initial était de 7,3. La solution nutritive effectivement pulvérisée s'en différencie par une réduction de la concentration en phosphore au 1/10^e de celle de la solution de base ; des essais préliminaires avaient en effet démontré que la mycorrhization était favorisée par un appauvrissement en cet élément (CHEVALIER & DUPRÉ, 1982).

Quelle que soit l'espèce de *Tuber*, la mycorrhization s'est abondamment développée, au fur et à mesure de la croissance des racines, mais n'a jamais affecté l'ensemble des systèmes racinaires : les parties distales se sont toujours révélées exemptes de mycorrhizes, par suite d'une rhizogenèse trop rapide. Les mycorrhizes présentaient l'ornementation typique propre à chaque espèce (hyphes frangeants différenciés en spinules de formes variées ; hyphes vrillés pour *T. uncinatum*).

L'examen approfondi des systèmes racinaires montre que le développement du champignon le long des racines longues est réduit ; le mycélium végétatif frangeant indifférencié se limite à un réseau d'une seule épaisseur d'hyphes plaqué sur le rhizoplan ; la colonisation des racines par le mycélium se fait à la fois par ces hyphes superficiels et par d'autres qui parcourent le parenchyme cortical, à l'intérieur des cellules ou dans les méats intercellulaires.

Une partie des systèmes racinaires mycorhizés a été fragmentée et les excisats racinaires obtenus ont servi à inoculer des plantules gnotoxéniques ; cet inoculum s'est révélé particulièrement actif.

La comparaison entre la solution nutritive de MOUSAIN & LAMOND (1978) et notre solution de base montre que toutes 2 ont une composition voisine ; elles sont 10 fois plus concentrées en phosphore que celle effectivement utilisée dans nos caissons. Cette différence suffirait à expliquer le taux modeste de mycorrhization obtenu par ces auteurs, ceux-ci ayant par ailleurs souligné l'influence du phosphate (H_2PO_4^-) sur la mycorrhization de *Pinus pinaster* par *Hebeloma cylindrosporium* dans ces mêmes conditions (diminution du taux de mycorrhization pour des concentrations élevées en phosphate : environ 1,5 meq./l).

Ces résultats démontrent l'intérêt de la culture sous aérosol nutritif, d'une part, pour la facilité d'observation et de contrôle des dif-

férentes étapes de la mycorrhization, d'autre part, pour la capacité de produire en quantité relativement importante un inoculum mycorrhizant à coup sûr et rapidement.

Contamination du capitule de tournesol par les ascospores de *Sclerotinia sclerotiorum*.

(Infection of sunflower capitula by *Sclerotinia sclerotiorum* ascospores.)

Denis TOURVIELLE de LABROUHE
I.N.R.A., Station de Pathologie Végétale,
F 63100 Clermont-Ferrand.

Tous les traitements chimiques envisagés pour lutter contre la sclérotiniose des capitules du tournesol ont conduit à des échecs. Une des raisons invoquées est que les techniques de pulvérisation ne permettent pas d'atteindre les sites de contamination.

Des essais d'infection, réalisés avec des spores à l'état sec (mélangées à du talc) et sous des conditions climatiques différentes, nous ont permis de préciser le rôle des différents organes du capitule. Pour tous les essais, l'humidité est obtenue en ensachant les capitules avec un sac de papier sulfurisé maintenu humide. Après 72 h, les sacs sont retirés sur la moitié des répétitions (conditions sèches).

Les résultats montrent que :

- les étamines sont des sites de contamination possibles (72 p. 100 de réussite en conditions humides et 28 p. 100 en conditions sèches) ;

- les pistils sont faiblement sensibles (28 et 8 p. 100).

Les essais d'infection effectués par saupoudrage des fleurons aux différents stades montrent que :

- les fleurons à fonction étamine sont les organes les plus sensibles (68 et 46 p. 100), 2 à 4 fois plus sensibles que les fleurons à fonction pistil (36 et 10 p. 100) ;

- la contamination des fleurons fécondés n'est possible que lorsque l'humidité permet au champignon de se développer en saprophyte (sur les tissus sénescents) afin de pénétrer les tissus sains (22 et 2 p. 100) ;

- les essais d'infection des fleurons non ouverts réussissent lorsque les conditions climatiques permettent au champignon d'attendre le stade sensible, c'est-à-dire la floraison σ (78 et 22 p. 100).

Les traitements avec des fongicides de contact doivent atteindre le champignon avant sa pénétration. Des observations réalisées à partir d'un film montrent qu'un fleuron peut passer du stade « non ouvert » au stade « fécondé » en moins de 48 h. La vitesse d'évolution des organes durant la floraison est telle qu'un traitement réalisé à un moment donné ne peut être efficace que vis-à-vis des spores qui ont pollué le capitule quelques heures auparavant. En effet, peu après le traitement, de nouveaux fleurons s'ouvrent et présentent des surfaces (corolles, étamines, pistils) non couvertes de fongicide, de même certains tissus contaminés (étamines, pistils) se rétractent à l'intérieur des fleurons et peuvent être inaccessibles aux produits de traitement.

Les traitements chimiques du *Sclerotinia* sur capitule de tournesol ne sont donc envisageables qu'avec des fongicides systémiques.

—

