



IV. — LES MYCORHIZES
ET LE MONDE TROPICAL

par **Bernard Huguenin**
Directeur de Recherches (*)

Il est devenu une banalité de dire que, dans le règne végétal, les mycorhizes, association symbiotique entre un champignon et les racines d'un végétal supérieur, sont un phénomène universel. Il est en effet beaucoup plus aisé de décompter les cas où ces associations n'existent pas que ceux où elles sont effectivement réalisées. Mais même là, il existe des exceptions remarquables. On cite souvent parmi les plantes rebelles à la mycorhization celles qui croissent dans les lieux humides et dont les racines sont donc perpétuellement noyées. Je peux, sur mon expérience personnelle, vous citer au moins un cas où cette règle est en défaut ; c'est celui du *Podocarpus palustris*, petit arbre croissant la base immergée sur les berges des rivières du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Et pourtant ses racines présentent à profusion les nodules mycorhiziens caractéristiques de ce groupe des Podocarpacees.

Les mycorhizes sont donc un phénomène très général. On connaît bien leur rôle, essentiellement trophique, dans les pays tempérés de l'Europe boréale, l'importance de leur présence pour la réalisation de plantations réussies d'arbres forestiers, voire même fruitiers. Mais qu'en est-il sous les tropiques ? Peut-on dans ces conditions climatiques, leur assigner un rôle semblable ? Et quelles applications peut-on y trouver à ces structures ?

LES MYCORHIZES ET LE MILIEU TROPICAL

Les résultats expérimentaux obtenus sur les mycorhizes en milieu tempéré sont, dans leur majorité, immédiatement transposables en milieu tropical. Cependant divers facteurs de l'envi-

O.F.S.T.O.M.

(*) Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 24, rue Bayard, 75008 Paris.

Fonds

N° :

2238 ex 1

Cote

B

Date

31 DEC. 1982

B.

ronnement doivent alors être pris en compte car ils interviennent directement, dans ces contrées, sur le rôle que peut jouer l'association mycorhizienne (Mikola, 1981).

Le premier facteur est constitué par les conditions climatiques diverses que l'on peut rencontrer. Celles-ci peuvent toutefois être ramenées à trois ensembles relativement homogènes en dépit de quelques variations dans le détail. Il existe ainsi des régions présentant une alternance de saisons sèches et humides caractérisées par des sécheresses assez longues et des pluies souvent violentes (elles représentent environ la moitié des pays tropicaux). D'autres régions (1/4 de l'ensemble) manifestent une répartition homogène des pluies sur toute l'année et le reste est constitué par les zones désertiques ou semi-désertiques en état de sécheresse quasi permanent. Ces trois types climatiques sont caractérisés par des végétations différentes allant de la grande forêt sempervirente des zones très humides, à précipitations bien réparties dans l'année, aux steppes semi-désertiques. Entre ces deux types extrêmes c'est le domaine de la grande forêt semi-décidue ou de la savane plus ou moins arborée.

Dans toutes ces zones tropicales, les températures élevées, associées aux fortes précipitations, amènent un lessivage rapide des éléments minéraux intéressants du sol et une dégradation très rapide de la matière organique. Il en résulte que ces sols sont très souvent fortement déséquilibrés, très vulnérables et éminemment fragiles.

Ce déséquilibre et cette fragilité sont les facteurs limitants les plus importants de ces sols, encore accentués souvent par un système de production traditionnel lié à des pratiques agricoles itinérantes et à une agriculture de subsistance. Il est donc indispensable d'en maintenir et même accroître la productivité, tout en maintenant à un niveau minimum, économiquement supportable, les apports exogènes d'engrais. La solution est donc de se retourner vers des pratiques culturelles adaptées et c'est là que l'utilisation par l'homme du phénomène de mycorhization, et de ses conséquences au niveau de la physiologie de la plante, peut et doit trouver sa place logique.

Parmi les divers types de mycorhizes connus, quels sont ceux que l'on retrouve sous les tropiques ? Des études faites dans le Sud-Est asiatique (De Alwis et Abeynayake, 1980) ou en Afrique (Redhead, 1968) ont montré que si les mycorhizes ectotrophes, si répandues chez les Pinacées et Fagacées de la zone tempérée boréale, existent bien dans ces forêts, elles n'y représentent pas la catégorie dominante, loin de là, étant fréquemment cantonnées à des familles bien distinctes telles que les Diptéro-

carpacées des forêts du Sud-Est asiatique ou les Caesalpiniées des forêts africaines (tabl. 1). On en retrouve également chez les pins tropicaux (pins des Caraïbes) ou les Fagacées tropicales d'altitude (*Nothofagus*) et très généralement chez les eucalyptus. C'est dire que si quantitativement elles apparaissent comme peu représentées, sur un plan économique ces mycorhizes ectotrophes jouent, en milieu tropical, un rôle tout aussi important que dans nos pays tempérés. Il n'est que de réfléchir à l'importance, pour l'exploitation des forêts tropicales, des Diptérocarpacées du Sud-Est asiatique ou de nombreuses Caesalpiniées, du grand développement des programmes de reboisement ou d'aforestation à partir de pins tropicaux ou d'eucalyptus sélectionnés en vue d'une production intensive de biomasse.

TABLEAU I

RÉPARTITION DES TYPES DE MYCORHIZES
DANS DEUX TYPES DE FORÊTS TROPICALES
(de ALWIS et ABEYNAYAKE, 1980, REDHEAD, 1968)

PAYS	ECTOMY-CORHIZES	ENDOMY-CORHIZES	PAS DE MYCORHIZES	TOTAL INVENTORIÉ
Sri Lanka	5 espèces	53 espèces	4 espèces	62
Nigéria	4 espèces	44 espèces	3 espèces	51

Sur le plan de l'importance écologique c'est cependant, en ambiance tropicale, aux mycorhizes endotrophes que revient la palme. Je ne dirai rien de celles des Ericacées, marginales dans ces milieux, ni de celles des Orchidées dont l'importance est bien connue, mais j'insisterai quelque peu sur le troisième type, celui des mycorhizes vésiculo-arbusculaires dont l'étude se développe très rapidement depuis quelques années et dont quelques aspects de leur influence sur la plante-hôte ont déjà été exposés. Ces mycorhizes se retrouvent chez tous les types végétaux, depuis les plus humbles tels que les mycothalles de certaines Hépatiques ou certains représentants achlorophylliens tropicaux des Triuridacées ou des Gentianacées jusqu'aux plus imposants des arbres de la grande sylvie tropicale. On les retrouve également chez toutes les grandes cultures, pérennes ou annuelles, ligneuses ou herbacées, industrielles ou vivrières. Leur morphologie est elle-même éminemment variable, certaines racines (chez les Graminées par exemple comme le sorgho)

n'extériorisant apparemment pas la présence du champignon, d'autres prenant le faciès magnolioïde décrit par Bayliss (1975) et très fréquent en forêt tropicale. A la limite se situent les nodules racinaires mycorrhiziens caractéristiques de certains *Casuarina* (en même temps que les nodules à *Frankia*) et de toutes les Podocarpacees.

IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE DE LA SYMBIOSE MYCORRHIZIENNE EN MILIEU TROPICAL

Je ne vais pas refaire ici un exposé de toutes les connaissances accumulées sur le rôle des mycorrhizes ou leur importance dans la colonisation par certaines plantes de milieux marginaux ou fortement défavorisés. Mais je voudrais retracer certains résultats obtenus soit par moi-même en Nouvelle-Calédonie, soit par l'équipe dirigée au Sénégal par M. Dommergues et portant sur les interactions entre les mycorrhizes endotrophes vésiculo-arbusculaires (MVA) et d'autres organismes symbiotiques tels que les *Rhizobium* des Légumineuses ou les *Frankia* des *Casuarina*.

1. Interactions *Rhizobium* - MVA.

Les expérimentations menées par l'équipe de Dakar ont porté entre autres, sur le Niebe (*Vigna unguiculata*) et deux espèces d'*Acacia* utilisables en reboisement (*Acacia raddiana* et *Acacia holosericea*). Parmi les résultats obtenus, il faut citer la stimulation, par l'endomycorhization, de la fixation d'azote atmosphérique au niveau des nodules à *Rhizobium* sous certaines conditions :

- oligotrophie forte en azote et phosphore,
- population naturelle faible (voire inexistante) en *Rhizobium* spécifiques.

Ces conditions sont apparemment très restrictives mais, en fait, sont fréquemment réalisées dans les sols de la zone sahélienne.

Un autre résultat original de l'équipe Dommergues est d'avoir montré que, indépendamment d'une stimulation prononcée du développement racinaire et du maintien d'une alimentation phosphorée quasi normale (par mobilisation du phosphore normalement bloqué dans ces sols), l'endomycorhization des acacias permet à la plante-hôte de mieux résister à la chute de l'hygrométrie atmosphérique, forte en milieu de journée en zones arides, en maintenant la turgescence de la plante et, en même temps, en assurant l'ouverture des stomates, d'où une amélioration probable de l'activité photosynthétique.

Ces travaux ouvrent d'intéressantes perspectives quant à l'utilisation pratique de la symbiose endomycorhizienne. La première retombée, économiquement importante, est l'économie en engrais azoté et phosphaté qu'il est possible de faire en pépinière. Il reste à savoir cependant si les effets favorables ainsi obtenus se maintiennent lorsque la plantation vieillit.

2. Interactions *Frankia* - MVA chez les *Casuarina*.

On connaît actuellement 82 espèces de *Casuarina* dont 60 d'origine australienne. Malgré leurs potentialités remarquables les *Casuarina*, à l'exception du Filao : *Casuarina equisetifolia*, ont été peu utilisés. Pourtant, ils présentent des avantages importants, notamment aptitude à se développer dans des habitats très divers grâce à leur association symbiotique avec un *Frankia* (Actinomycète fixateur de N₂) au niveau de nodosités racinaires, les *Rhizothamnia*, et des champignons endomycorhiziens. On connaît une trentaine d'espèces de *Casuarina* capables de développer des nodosités racinaires à *Frankia*. La plupart d'entre elles semblent, en plus, être capables de nouer une relation endomycorhizienne. Leurs racines sont alors typiquement magnolioïdes (types en collier de perle ou mamelons de Janse, 1897) mais à la limite, et c'est le cas de certains *Casuarina*, Gymnostomés de Nouvelle-Calédonie, sont limitées dans leur croissance à la formation de nodules semblables à ceux des *Podocarpus*, *Dacrydium* et autres araucarias. L'intérêt des *Casuarina*, et de leur association avec *Frankia*, est leur capacité à fixer l'azote atmosphérique ce qui leur ouvre la possibilité de coloniser des milieux normalement hostiles à tout développement végétal. Les estimations de cette fixation d'azote vont de 290 kg/ha/an (*C. littoralis* en Australie) aux environs de 60 kg/ha/an (*C. equisetifolia*, Dommergues, 1963 et *C. deplancheana*, Huguenin, 1969), soit des chiffres similaires à ceux retenus pour les *Alnus* et autres fixateurs non Légumineuses des pays tempérés. Or, chez les *Casuarina*, cette fixation d'azote par les *Frankia* symbiotiques, est sous l'influence directe de l'endomycorhization. Les résultats obtenus à Dakar sont, à cet égard, très explicites. Par rapport au témoin non inoculé, l'inoculation double par *Frankia* et le mycorrhizogène : *Glomus mosseae* accroît de façon spectaculaire le poids sec des plants (+ 186 % après 6 mois de culture contre + 57 % pour l'inoculation par *Frankia* seul). Cette augmentation est liée à l'amélioration de la nodulation et de la fixation de l'azote

double inoculation contre + 130 % pour l'inoculation par *Frankia* seul). On retrouve les mêmes différences pour ce qui concerne la nutrition phosphorée pour laquelle l'inoculation par *Glomus mosseae* équivaut, dans les conditions pratiquées, à un apport complémentaire de phosphore (Diem et Gauthier, 1982).

Sous les tropiques, de nombreux sols manifestent des déficiences en azote et phosphore et ne laissent, par conséquent, comme possibilité de mise en valeur, que la mise en place de plantes capables à la fois de fixer l'azote et de mieux explorer le sol, par l'intermédiaire de l'endophyte, pour en extraire le phosphore. Le *Casuarina equisetifolia* est une de ces plantes et son emploi apparaît comme précieux pour la fixation de certains sols marginaux tels que les sols dunaires dont on connaît la pauvreté en éléments nutritifs.

Dès résultats similaires avaient été obtenus en Nouvelle-Calédonie chez une espèce de *Casuarina* (*C. deplancheana*) inféodée aux laterites nickelifères des terrains miniers du Sud de l'île. Ceux-ci nous avaient d'ailleurs amenés à préconiser cette espèce pour la colonisation des déblais miniers stériles et leur fixation.

CONCLUSIONS

Quelles conclusions tirer après ce court exposé ? Nous avons parlé du rôle pratique important joué, en milieu tropical comme en milieu tempéré, par les mycorhizes ectotrophes ou endotrophes, dans la colonisation des milieux marginaux ou fortement défavorisés (déblais miniers, remblais, sols de dunes) ou dans l'amélioration du rendement de certaines espèces (synergisme avec la symbiose à *Rhizobium* des Légumineuses). Nous avons également rappelé l'importance d'une mycorhization ecto-

maintien de la dynamique des paysages végétaux. Rappelons-nous que les premières mycorrhizes connues, endotrophes, datent du Dévonien et sont associées aux premières flores terrestres connues. Elles ont donc joué leur rôle, et au tout premier rang, dans la conquête du milieu terrestre. Actuellement encore, tous les problèmes de régénération des grandes forêts tropicales, milieu éminemment fragile, sont en grande partie sous leur dépendance. L'homme essaie de plus en plus de préserver ce patrimoine forestier par la mise en œuvre de pratiques sylvicoles adaptées. Celles-ci ne prennent pas toujours en compte les problèmes de mycorrhizes, surtout en milieu tropical, prise en compte indispensable si on veut arriver à une gestion raisonnée des ressources des écosystèmes forestiers.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ALWIS (D. P. de) et ABEYNAYAKE (K.), 1980. — A survey of mycorrhizae in some forest trees of Sri Lanka. In *Tropical Mycorrhiza Research*. Mikola (P.), Ed., pp. 146-153, Oxford University Press.
- (2) BAYLISS (G. T. S.), 1975. — The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it, in *Endomycorrhizas*. Sanders (F. E.), Mosse (B.) et Tinker (P. B.), Ed. 373-389, Academic Press.
- (3) DIEM (H. G.) et GAUTHIER (D.), 1982. — Effet de l'infection endomycorhizienne (*Glomus mosseae*) sur la nodulation et la croissance de *Casuarina equisetifolia*. *C.R. Acad. Sci. Paris* (sous presse).
- (4) DOMMERGUES (Y.), 1963. — Evaluation du taux de fixation de l'azote dans un sol dunaire reboisé en Filaos. *Agrochimica*, 7, 355-340.
- (5) HUGUENIN (B.), 1969. — Les nodules mycorhiziens du *Casuarina deplancheana* de Nouvelle Calédonie. *Thèse Doctorat 3^e cycle* (Biologie végétale), 1-60, Université de Rouen.
- (6) JANSE (J. M.), 1897. — Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, 14, 53-201.
- (7) MIKOLA (P.), 1981. — Importance of mycorrhiza in tropical soils. In *Global impacts of applied Microbiology*. Smejuaiwe (S. O.), Ogunbi (O.) et Sanni (S. O.), Ed. Academic Press.
- (8) REDHEAD (J. F.), 1968. — Mycorrhizal associations in some Nigerian forest trees. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 51, 377-387.

M. Viennot-Bourgin. — Je remercie M. Huguenin pour vous avoir exposé cet aspect tout à fait particulier des mycorrhizes en pays tropical ou sub-tropical.

Il a apporté à nouveau des éléments pour que nous puissions conclure, tout au moins provisoirement, puisque nous allons nous retrouver au mois d'octobre pour un autre aspect des mycorrhizes et envisager essentiellement les problèmes d'ordre pratique sur le territoire français.

Imprimerie Alençonnaise

— B. P. 57 - 61002-Alençon —

Dépôt légal 2^e trimestre 1982

— N° d'ordre: 97.876 —

C.P.P.P. 23.579
