

SYMBIOSES RACINAIRES CHEZ QUELQUES ESSENCES FORESTIÈRES IMPORTANTES AU ZAÏRE

par P. KHASA *, V. FURLAN ** et K. LUMANDE *

* Contribution n° 382, Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec.

SUMMARY

ROOT SYMBIANTS IN SOME IMPORTANT PLANT SPECIES IN ZAÏRE

Root samples were collected on 59 indigenous and 32 exotic plant species from three ecological sites in Zaïre. These samples were examined qualitatively to determine the root symbiont present. This survey revealed that 89 % of plant species were endomycorrhizal and 10 % were ectomycorrhizal. On 32 leguminous plant species sampled, 9 had rhizobial nodules. Only one plant species had actinorhizal nodules. For each plant species reported, their present use in Zaïre is specified. In all afforestation program it is necessary to consider the role of root symbiont on each plant species used in order to optimize the productivity.

RESUMEN

SIMBIOSIS DE LAS RAÍCES DE ALGUNAS ESPECIES FORESTALES IMPORTANTES EN EL ZAÏRE

Se ha procedido al muestreo de raíces de 59 especies de plantas indígenas y 32 especies exóticas — en tres emplazamientos ecológicos del Zaïre — para llevar a cabo un examen cualitativo del tipo de simbiosis de las raíces existente. Esta operación ha permitido comprobar que un 89 % de las especies vegetales poseían endomicorrizas y que un 10 % estaban ectomicorrizadas. De las 32 especies de leguminosas examinadas, 9 de ellas presentaban núcleos rizobianos. Una sola especie de planta cosechada presentaba nódulos actinorizianos. Para cada especie vegetal muestreada, su utilidad actual en el Zaïre se especifica debidamente en este estudio. En cualquier ordenación forestal, el cometido respectivo de estos simbioses de las raíces, en cada especie de planta utilizada, deberá ser tenido inevitablemente en cuenta con objeto de optimizar la productividad.

Il est maintenant bien établi que l'association symbiotique de champignons et/ou de bactéries avec les racines de plantes forestières permet d'accroître la production de matière végétale. En milieu tropical, les sols sont relativement pauvres en certains éléments minéraux. Ainsi, la présence de mycorhizes s'avère un atout indispensable, notamment pour une absorption plus efficace du phosphore et des oligo-éléments (HARLEY et SMITH, 1983 ; SCHENCK, 1985) et aussi pour assurer une meilleure protection des racines contre les micro-organismes pathogènes (MARX, 1972 ; JALALI, 1986). Elles pourraient être un facteur déterminant dans la composition spécifique, au moment de l'installation des plantes pionnières (JANOS, 1985). Par ailleurs, les plants mycorhizés ont un taux de survie et une capacité de reprise supérieure aux plants non mycorhizés sur le site de reboisement (MEXAL, 1980). Les bactéries (*Rhizobium sp.*) et les actinomycètes (*Frankia*

sp.), fixateurs d'azote, jouent également un rôle très important dans la nutrition azotée de leurs plantes-hôtes (DOMMERGUES, 1987). L'étude des symbioses racinaires revêt donc une importance capitale dans tout programme d'aménagement et de sylviculture intensive quels que soient les objectifs visés (production de bois d'œuvre, de combustibles ligneux, de vivres ou autres).

L'intérêt des associations mycorhiziennes chez les plantes tropicales ne fait plus de doute (MIKOLA, 1980). En milieu tropical, la symbiose endomycorrhizienne est ubiquiste (GIANINAZZI et DIEM, 1982) tandis que l'association ectomycorrhizienne est plutôt rare (REDHEAD, 1982). Au Zaïre, des travaux préliminaires rapportent la présence de certaines espèces de plantes ectomycorrhizées (FASSI et FONTANA, 1961, 1962 ; FASSI, 1963 ; THOEN, 1974). Mais la majorité des plantes vivrières et industrielles du Zaïre sont endomycorrhizées (KHASA, 1984).

L'objectif de cette étude est de vérifier l'importance relative des différents types de symbioses racinaires, d'un point de vue qualitatif, chez les principales espèces végétales ligneuses présentes dans trois sites écologiques à potentiel économique.

* Département de Biologie, Université de Kinshasa (Zaïre).

** Station de recherches, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec.

MÉTHODES

Des échantillons de systèmes racinaires ont été prélevés sur plusieurs espèces végétales ligneuses dans les trois sites suivants :

Kinzono (A)

Ce site, situé à 130 km au nord-est de Kinshasa, est une savane qui fait l'objet d'un projet national de reboisement industriel et dans lequel se trouve un arboretum. Il est caractérisé par un climat tropical chaud, avec une saison sèche de 4 mois, une pluviométrie moyenne annuelle de 1 470 mm et une température moyenne annuelle de 25 °C. L'altitude moyenne est de 700 m. Les sols sont classés dans l'ordre de Kaolisols et sont constitués de sables limoneux de la série du système du Kalahari.

Kisantu (B)

Le Jardin botanique de Kisantu est situé à 120 km au sud-ouest de Kinshasa (5°08' S, 15°06' E, altitude de 530 m). La région jouit d'un climat tropical avec 4 mois de saison sèche. Les précipitations annuelles totalisent 1 522 mm, la température maximale absolue est de 33,3 °C et la température moyenne annuelle est de 22,6 °C. La végétation est constituée d'environ 2 200 espèces sur une superficie de 100 ha. Le sol de ce territoire est essentiellement argileux.

Luki (C)

La réserve forestière de Luki fait actuellement partie intégrante du programme de protection des écosystèmes tropicaux sous l'égide de l'UNESCO. Elle est située au sud-ouest de Kinshasa (5°37' S, 13°06' E, altitude de 350 m). La pluviométrie moyenne est de 1 172 mm et la température annuelle moyenne est de 24 °C.

Les racines les plus fines de chacune des espèces de plantes échantillonnées ont été soumises à un examen qualitatif visant à déterminer le type de symbiose racinaire présente. Ces racines ont été conservées dans une solution de glutaraldéhyde à 2 % jusqu'au moment de la préparation pour l'observation.

Les racines ectomycorhizées ont été traitées selon la méthode de PICHÉ et FORTIN (1982) par imprégnation dans le glycol de méthacrylate. Ensuite nous avons fait des coupes minces (1 µm) à l'ultramicrotome. Les sections ont été colorées au bleu de toluidine O additionné de borax 1 % (FEDER et O'BRIEN, 1968). L'observation a été faite au microscope photonique pour examiner principalement le réseau de HARTIG et le manchon fongique.

Par ailleurs, les racines normalement endomycorhizées ont été éclaircies dans une solution de KOH 10 % et colorées à la fuchsine acide 0,05 % selon la technique de BERCH (1979). Les racines ainsi colorées ont été observées au microscope photonique pour y déceler la présence d'hyphes coenocytiques intramatriciels, d'arbuscules, de vésicules et de cellules auxiliaires.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Dans les trois sites retenus nous avons échantillonné des racines de 91 espèces différentes de plantes réparties dans 29 familles (tableau I, pp. 30-32). Parmi ces espèces, on en dénombre 82 qui sont porteuses d'endomycorhizes, dont 9 sont également nodulées par le *Rhizobium* ou le *Bradyrhizobium* et une par le *Frankia*. Dans un cas (*Eucalyptus camaldulensis*), nous avons observé la présence simultanée d'endomycorhizes et d'ectomycorhizes. Seulement 10 espèces de plantes sont ectomycorhizées. Quel que soit le site, nous constatons la prédominance des champignons endomycorhiziens dans ces écosystèmes (tableau II, p. 33).

Chez les plantes endomycorhizées nous avons relevé la présence, à des degrés variables, d'une espèce de plante à l'autre, d'hyphes coenocytiques et de vésicules internes (photo 1), d'arbuscules (photo 2), ainsi que de cellules auxiliaires (photo 3). Les principales espèces de champignons endomycorhiziens que nous avons observées appartiennent aux genres *Glomus*, *Gigaspora* et *Scutellispora*.

Quant aux plantes ectomycorhizées, nous avons remarqué que la couleur du mycélium entourant les racines peut varier considérablement selon la période de récolte, soit en saison sèche soit en saison des pluies. L'optimum de développement des ectomycorhizes se situe en saison des pluies, de fin octobre à mars (THOEN, 1974).

L'observation microscopique d'une coupe mince d'ectomycorhize permet de distinguer le manchon fongique et le réseau de HARTIG (photo 5). Ceux-ci sont plus ou moins bien développés selon l'espèce de plante-hôte et, aussi, selon le moment de la récolte. La présence de tannins est très évidente tant au niveau des cellules corticales qu'épidermiques.

Par ailleurs, la nodulation rhizobienne est relativement importante chez les Faboïdées et les Mimosoïdées alors qu'elle est plutôt faible chez les Caesalpinioïdées. Toutefois, l'intensité de la nodulation peut dépendre des conditions écologiques et peut-être même de la présence

d'espèces de légumineuses plus ou moins nodulantes. La morphologie des nodules rhizobiens examinés varie selon l'espèce de plante-hôte. Ils peuvent avoir une forme globuleuse, allongée, dichotomique ou coralloïde (photo 4).

Quant à la nodulation actinorhizienne par le *Frankia*,

nous n'avons observé qu'un seul cas chez le *Casuarina equisetifolia* dont les nodules étaient disposés en grappes.

Avec 700 genres et plus de 15 000 espèces, les Légumineuses sont l'un des groupes végétaux supérieurs les plus abondants et les plus diversifiés (GAUSSEN *et al.*, 1982). De ce fait, on peut admettre que la fixation biologique

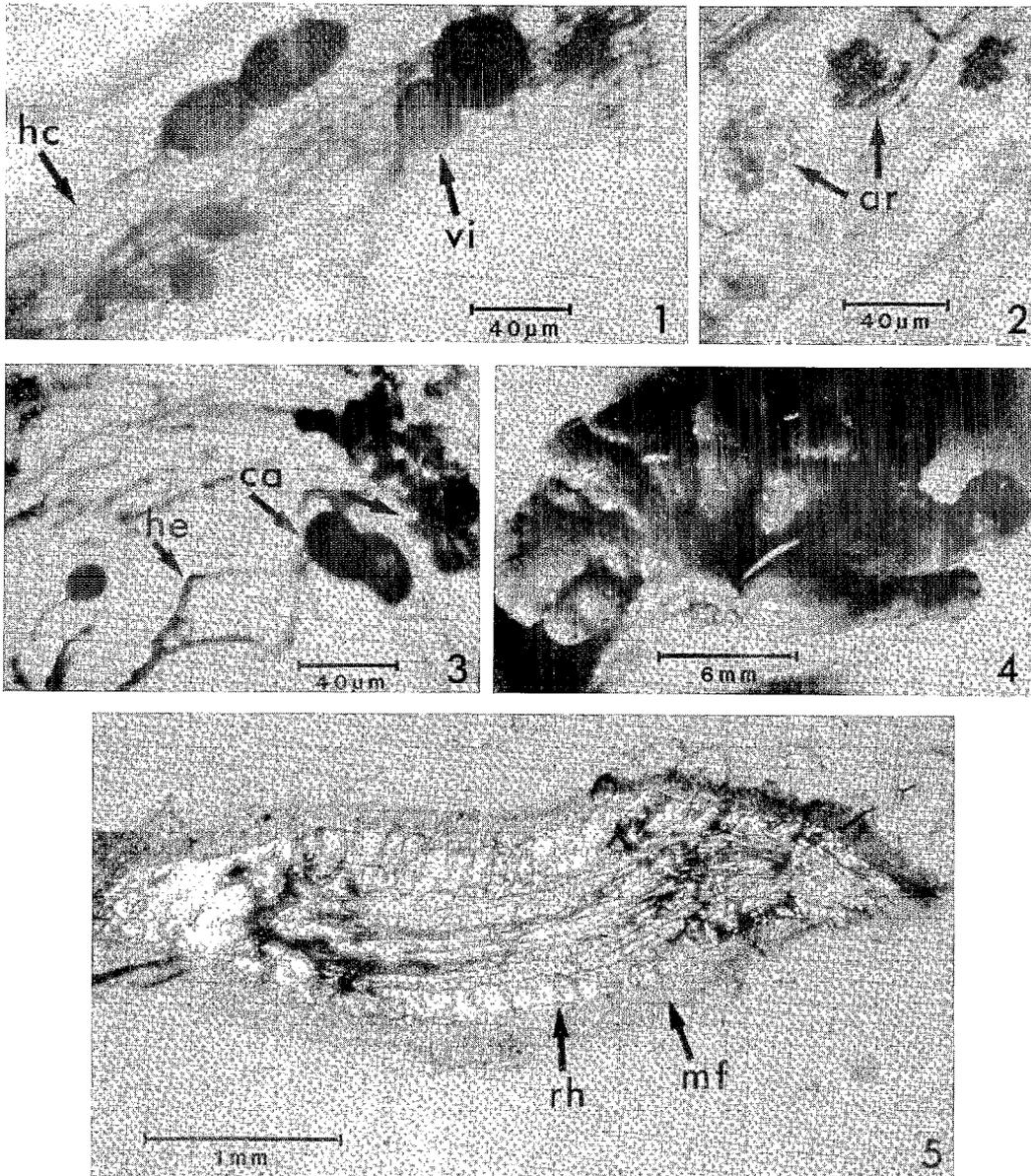


Photo 1. — Racine de l'*Acacia auriculiformis* contenant des vésicules internes (vi) et des hyphes coenocytiques (hc) d'un champignon endomycorhizien, *Glomus* sp..

Photo 2. — Racine endomycorhizée de l'*Acacia auriculiformis* contenant des arbuscules (ar).

Photo 3. — Hyphes extramatriciels (he) et cellules auxiliaires (ca) d'un champignon endomycorhizien dans la rhizosphère du *Tectona grandis*.

Photo 4. — Nodule coralloïde d'une racine de l'*Acacia auriculiformis* induit par le Rhizobium ou le Bradyrhizobium.

Photo 5. — Coupe longitudinale d'une racine ectomycorhizée du *Gilbertiodendron dewevrei* avec le réseau de HARTIG (rh) et le manchon fongique (mf).

d'azote par la symbiose rhizobienne est vraisemblablement plus répandue que la symbiose actinorhizienne qui ne se rencontre que chez environ 120 espèces réparties dans 23 genres sous 8 familles (RAJNCHAPEL-MESSAI, 1989).

De l'ensemble des espèces de plantes observées (tableau I), 59 sont des espèces indigènes ayant une importance commerciale à titre de bois d'œuvre de première, deuxième ou troisième classe (ANONYME, 1988). Les autres espèces (32) sont exotiques et ont été introduites au Zaïre à des fins de production alimentaire, de bois de chauffage et de bois d'œuvre, comme plantes ornementales, ainsi que pour stabiliser ou régénérer certains sols (tableau I, pp. 30-32).

L'omniprésence des micro-organismes vivant en symbiose avec les racines des plantes sylvestres et cultivées est bien reconnue. A cet égard, un relevé dans les différents sites destinés à l'exploitation doit être effectué afin d'identifier les micro-organismes symbiotiques indi-

gènes présents et de comparer leur efficacité relative avec des souches non indigènes. Cette étude comparative est pratiquement indispensable pour chacune des espèces de plantes que l'on veut cultiver et, également, dépendante des divers types de sols qui sont utilisés. De plus, il faut s'assurer que ces sols aient une fertilité optimale, capable d'assurer un rendement maximal chez chaque culture envisagée. CORNET et DIEM (1982) ainsi que GARBAYE (1988) soulignent l'importance de bien connaître les caractéristiques du milieu (fertilité du sol et qualité de l'inoculum indigène) avant d'entreprendre des inoculations systématiques avec des micro-organismes sélectionnés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre gratitude à M. NLANDU pour sa franche collaboration lors de l'identification des plantes.

TABLEAU I

Liste des espèces de plantes examinées pour le type de symbiose racinaire :

A : Kinzono, B : Kisantu, C : Luki

EN : Endomycorhizes, EC : Ectomycorhizes, R : *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium*, AC : Actinorhize

Ind : Indigène, Exo : Exotique, BO I ou II ou III : Bois d'œuvre 1^{re} ou 2^e ou 3^e classe

Orn : Ornemental, SRS : Stabilisation et régénération des sols

BC : Bois de chauffage, FC : Fruits comestibles, F : Fourrage

Famille/espèce	Site	Symbiose	Origine/utilité
1. Anacardiaceés			
<i>Antrocaryon nannanii</i> De Wild.	C	EN	Ind, BO III
<i>Lannea welwitschii</i> Engl.	C	EN	id.
2. Annonacés			
<i>Cleistopholis glauca</i> Pierre	B	EN	id.
<i>C. patens</i> Engl.	B	EN	id.
<i>Polyalthia suaveolens</i> Engl. & Diels	C	EN	id.
3. Apocynacés			
<i>Alstonia boonei</i> De Wild	C	EN	id.
4. Bignoniacés			
<i>Spathodea campanulata</i> P.B.	A	EN	Exo, Orn
<i>Jacaranda acutifolia</i> H. et B.	EN	id.	
5. Bombacacés			
<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	B	EN	Ind, BO II
<i>Ochroma lagopus</i> Sw.	B	EN	Exo, Orn
6. Burseracés			
<i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) Lam.	C	EN	Ind, BO III
<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don)	C	EN	Ind, FC
H. J. H. Lam.			
7. Casuarinacés			
<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.	B	EN, AC	Exo, SRS
8. Combretacés			
<i>Terminalia cattapa</i> L.	B	EN	Exo, Orn
<i>T. superba</i> Engl. & Diels	B	EN	Ind, BO I
9. Cupressacés			
<i>Cupressus lusitanica</i> Lindl.	A	EN	Exo, BC

Famille/espèce	Site	Symbiose	Origine/utilité
10. Ebenacées			
<i>Diospyros laurentii</i> J. Léonard	C	EN	Ind, BO III
<i>D. mannii</i> Hiern.	C	EN	id.
<i>D. mayumbensis</i> Louis	C	EN	id.
11. Euphorbiacées			
<i>Newtonia leucocarpa</i> Muel. Arg.	C	EN	id.
<i>Ricmodendron heudelotti</i> J. Léonard	C	EN	id.
<i>Uapaca quinensis</i> Muel. Arg.	C	EN	id.
12. Guttifères			
<i>Mammea africana</i> L.	C	EN	id.
<i>Symphonia globulifera</i> L. F.	C	EN	id.
13. Irvingiacées			
<i>Irvingia grandifolia</i> (Engl.) Engl.	C	EN	id.
<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre	C	EN	id.
14. Lauracées			
<i>Persea americana</i> Mill.	B	EN	Exo, FC
15. Lecythidacées			
<i>Peterianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	C	EN	Ind, BO III
16. Léguminosées			
Sous-famille des Caesalpinioïdées			
<i>Afzelia bipindensis</i> Harms	C	EC	Ind, BO I
<i>Anthothona fragrans</i> (A. Chev.) Pell.	C	EC	Ind, BO III
<i>Bauhinia galpinii</i> L.	A	EN	Exo, Orn
<i>Cassia siamea</i> Lam.	B	EN	Exo, Orn, BC
<i>C. spectabilis</i> DC.	A	EN	id.
<i>Copaifera officinalis</i> L.	C	EN	Ind, BO III
<i>Delonix regia</i> Raf.	B	EN	Exo, Orn
<i>Dialium pachyphyllum</i> Hormis	C	EN	Ind, BO III
<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild.) J. Léonard	C	EC	Ind, BO II
<i>Julbernardia seretii</i> (De Wild.) Troupin	C	EC	Ind, BO III
<i>Gossweillerodendron balsamiferum</i> (Vermoesen) Harms	C	EN	Ind, BO II
<i>Oxystigma oxyphyllum</i> (Harms) J. Léonard	C	EN	id.
<i>Paramacrolobium coeruleum</i> (Taub.) J. Léonard	C	EC	Ind, BO III
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer	B	EN	Exo, Orn
<i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms	B	EN	Ind, BO III
<i>Sweetia brachystegia</i> Benth.	A	EN	Exo, Orn
Sous-famille des Faboïdées			
<i>Pericopsis elata</i> (Bak.) Harms	B	EN, R	Ind, BO I
<i>Milletia laurentii</i> De Wild.	A	EN, R	id.
<i>Amphimas ferruginea</i> De Wild.	C	EN	Ind, BO III
<i>Sesbania grandiflora</i> DC.	B	EN	Exo, Orn
<i>S. sesban</i> (L.) Merril	B	EN, R	Ind, peut s'associer
Sous-famille des Mimosoïdées			
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	A	EN, R	Exo, Orn, BC
<i>A. mangium</i> Willd.	A	EN, R	Exo, BC
<i>A. decurrens</i> Wendl.	A	EN, R	id.
<i>Albizia ferruginea</i> Benth.	C	EN	Ind, BO II
<i>Albizia gummifera</i> Smith	C	EN	Ind, BO III
<i>A. coriaria</i> Bush	C	EN	id.

Famille/espèce	Site	Symbiose	Origine/utilité
<i>A. lebbek</i> Benth.	A	EN, R	Exo, Orn
<i>Adenanihera pavonina</i> L.	B	EN	id.
<i>Leucaena leucocephala</i> (L.) Benth.	B	EN, R	Exo, SRS, F, BC
<i>Piptadeniastrum africanum</i> Brenan	C	EN, R	Ind, BO II
<i>Pentaclethra macrophylla</i> (Benth.)	B	EN	Indo, BO III
17. Méliacées			
<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C.DC.	B	EN	Ind, BO I
<i>E. utile</i> Sprague	C	EN	id.
<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pell.	C	EN	Ind, BO II
<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) C.DC.	C	EN	Ind, BO I
<i>K. ivorensis</i> Chev.	B	EN	Ind, BO II
<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	C	EN	id.
18. Moracées			
<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.	C	EN	Ind, BO III
<i>Chlorophora excelsa</i> Benth.	C	EN	Ind, BO I
<i>Treculia africana</i> Dcne.	B	EN	Ind, BO III
19. Myristicacées			
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	C	EN	id.
20. Myrtacées			
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Hook.	A	EN, EC	Exo, SRS, BC
<i>E. citriodora</i> Hook. f.	A	EN	id.
<i>E. cinerea</i> Smith	A	EN	id.
<i>Eugenia rosea</i> DC.	B	EC	Exo, FC
<i>Syncarpia laurifolia</i> L.	A	EN	Exo, Orn, SRS
21. Pinacées			
<i>Pinus caribaea</i> Mor.	C	EC	Exo, BO
<i>P. oocarpa</i> Schiede	A	EC	id.
<i>P. patula</i> Schiede & Dep.	A	EC	id.
22. Rhamnacées			
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	B	EN	Ind, BO III
23. Rosacées			
<i>Maranthes glabra</i> (Oliv.) Prance	C	EN	id.
24. Rubiacées			
<i>Corynanthe paniculata</i> Welw.	C	EN	id.
25. Rutacées			
<i>Citrus limonum</i> (L.) Burm.	B	EN	Exo, FC
<i>Fagara macrophylla</i> (Oliv.) Engl.	C	EN	Ind, BO III
26. Sapindacées			
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern.) Radlk.	C	EN	id.
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	C	EN	Exo, FC
27. Sapotacées			
<i>Austranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev.	B	EN	Ind, BO II
<i>Gambeya lacourtiana</i> Aubr. & Pell.	C	EN	id.
28. Sterculiacées			
<i>Nesogordonia leplaei</i> Capuron	C	EN	Ind, BO III
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	C	EN	id.
29. Verbenacées			
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	B	EN	Exo, SRS, BC
<i>Tectona grandis</i> L.	B	EN	Exo, BO I

TABEAU II

Importance relative des symbioses endomycorhiziennes (EN) et ectomycorhiziennes (EC)

Site	Nombre d'espèces échantillonnées	Nature de la symbiose		
		EN	EC	EN + EC
Kinzono (A)	17	14 (82 %)	2 (12 %)	1 (6 %)
Kisantu (B)	27	26 (96 %)	1 (4 %)	—
Luki (C)	47	41 (87 %)	6 (13 %)	—
Total	91	81 (89 %)	9 (10 %)	1 (1 %)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1988. — Liste des essences forestières du Zaïre. Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier (1^{re} éd.). Département des Affaires Foncières, Environnement et Conservation de la Nature, 70 p.
- BERCH (S.), 1979. — Endomycorrhizae of southern Ontario ferns. Thèse de maîtrise, Université de Waterloo, 79 p.
- CORNET (F.) et DIEM (H. G.), 1982. — Etude comparative de l'efficacité des souches de *Rhizobium* d'*Acacia* isolées de sols du Sénégal et effet de la double symbiose *Rhizobium-Glomus mosseae* sur la croissance de *Acacia holosericea* et *Acacia raddiana*. Bois et Forêts des Tropiques, 198, 3-15.
- DOMMERGUES (Y. R.), 1987. — Comment accroître la fixation symbiotique de l'azote par les arbres forestiers. In : Colloques et séminaires : les arbres fixateurs d'azote, l'amélioration biologique de la fertilité du sol. Editions de l'ORSTOM. Paris, 18-22.
- FASSI (B.), 1963. — Die Verteilung der ektotrophen Mykorrhizen in der streu und in der oberen Bodenschicht der *Gilbertiodendron dewevrei* (*Caesalpinaceae*) — Walder in Kongo. In : Mykorrhiza. Proc. intern. Mykorrhiza - symposium, Weimar, 1960. (Rawald, W. et Lyr, H. eds), G. Fisher Jena, 297-302.
- FASSI (B.) et FONTANA (A.), 1961. — Le micorrizze ectotrofiche di *Julbernardia seretti*, *Caesalpinaceae* del Congo. Allionia, 7, 131-151.
- FASSI (B.) et FONTANA (A.), 1962. — Le micorrizze ectotrofiche di *Brachystegia laurentii*, e di alcune altre *Caesalpinaceae* minori del Congo, Allionia, 8, 121-131.
- FEDER (N.) et O'BRIEN (T. P.), 1968. — Plant microtechnique : some principles and new methods. American Journal of Botany, 55, 123-142.
- GARBAYE (J.), 1988. — Les plantations forestières tropicales : un champ d'application privilégié pour la mycorrhization contrôlée. Bois et Forêts des Tropiques, 216, 23-34.
- GAUSSEN (H.), LEROY (J.-F.) et OZENDA (P.), 1982. — Précis de Botanique. II. Végétaux supérieurs. 2^e éd., Masson, Paris, 329-334.
- GIANINAZZI-PEARSON (V.) et DIEM (H. G.), 1982. — Endomycorrhizae in the tropics. In : Microbiology of tropical soils and plant productivity. (Dommergues, Y. R. et Diem, H. G. eds), The Hague, Nijhoff/Junk, 209-251.
- HARLEY (J. L.) et SMITH (S. E.), 1983. — Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London, 482 p.
- JALALI (B. L.), 1986. — Vesicular-arbuscular mycorrhiza : current status. In : Vistas in plant pathology. (Varma, A. et Verma, J. P. eds), Malhotra publishing House, New Delhi, India, 437-449.
- JANOS (D. P.), 1985. — Mycorrhizal fungi : Agents or symptoms of tropical community composition ? In : Proceedings of the 6th NACOM. (Molina, R. ed.) Forestry Sciences Laboratory, Oregon, U.S.A., 98-103.
- KHASA (P.), 1984. — Biologie des symbioses racinaires en régions tropicales humides (cas du Zaïre). Mémoire de fin d'études, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, 152 p.
- MARX (D. H.), 1972. — Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infection. Annual Review of Phytopathology, 10, 429-454.
- MEXAL (J. G.), 1980. — Aspects of mycorrhizal inoculation in relation to reforestation. New Zealand Journal of Forestry Science, 10, 208-217.
- MIKOLA (P.), 1980. — Tropical mycorrhiza research, Clarendon Press Oxford, 270 p.
- PICHÉ (Y.) et FORTIN (J. A.), 1982. — Development of mycorrhizae, extramatrical mycelium and sclerotia on *Pinus strobus* seedlings. The New Phytologist, 91, 211-220.
- RAJNCHAPPEL-MESSAI (J.), 1989. — Les plantes et l'azote : nouveaux espoirs. I. *Frankia* : quand les arbres se dopent à l'azote. Biofutur, 83, 45-50.
- READHEAD (J. F.), 1982. — Ectomycorrhizae in the tropics. In : Microbiology of tropical soils and plant productivity. (Dommergues, Y. R. et Diem, H. G. eds), The Hague, Nijhoff/Junk, 253-269.
- SCHENCK (N. C.), 1985. — Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi : 1950 to the present. The era of enlightenment. In : Proceedings of the 6th NACOM. (Molina, R. ed.) Forestry Sciences Laboratory, Oregon, U.S.A., 56-60.
- THOEN (D.), 1974. — Premières indications sur les mycorrhizes et les champignons mycorrhiziques des plantations d'exotiques du Haut-Shaba (République du Zaïre). Bulletin de la Recherche Agronomique, Gembloux, 9, 215-227.