



Nous nous sommes efforcés de regrouper nos connaissances et de déterminer ou préciser les types mycorrhiziens de différentes espèces d'*Acacia*.

Tableau 1. Evolution de la classification de la tribu des Acacieae d'après Pedley (1986).

Bentham (1864)	Bentham (1875)	Vassal (1972)	Pedley (1981)	Pedley (1986)	Nombre d'espèces
<b>ACACIA</b>	<b>ACACIA</b>	<b>ACACIA</b>	<b>ACACIA</b>	<b>RACOSPERMA</b>	850
s Botrycephalae	s Botrycephalae	sg Heterophyllum	sg Heterophyllum	sc Racosperma	(390)
s Phyllodineae			s Botrycephalae		
s Alatae	ss Alatae	sc Uninerva	sc Alatae		
s Continuae	ss Continuae		sc Phyllodineae		
s Brunioidae	ss Brunioidae				
s Uninerves	ss Uninerves				
s plurinerves	ss Plurinerves	sc Heterophyllum	sc Plurinerves	sc Plurinervia	(390)
s Pungentes	ss Pungentes				
s Calamiformes	ss Calamiformes				
s Juliflorae	ss Juliflorae				
		?	sc Lycopodiifoliae	sc Lycopodiifolia	(43)
s Pulchellae	s Pulchellae	sc Pulchelloidea	sc Pulchellae	sc Pulchella	(27)
		sg Aculeiferum	sg Aculeiferum	<b>SENEGALIA</b>	150
s Vulgares			sc Spiciflorae	sc Senegalia	
s Filicinae			sc Filicinae	sc Filicinae	
s Gummiferae	s Gummiferae	sg Acacia	sg Acacia	<b>ACACIA</b>	200
		<b>FAIDHERBIA</b>	(Vassal, 1981)		1 ( <i>F. albida</i> )

Les mycorhizes résultent de l'association symbiotique d'un champignon avec le système racinaire d'un végétal supérieur. Celles-ci sont bien connues pour leur rôle dans la nutrition minérale, notamment phosphatée, mais aussi pour leur rôle dans l'économie en eau de la plante hôte. On distingue couramment deux types mycorrhiziens selon la position du champignon par rapport à la plante hôte (fig. 1), les endomycorhizes ou mycorhizes à vésicules et à arbuscules (MVA) et les ectomycorhizes (ECM).

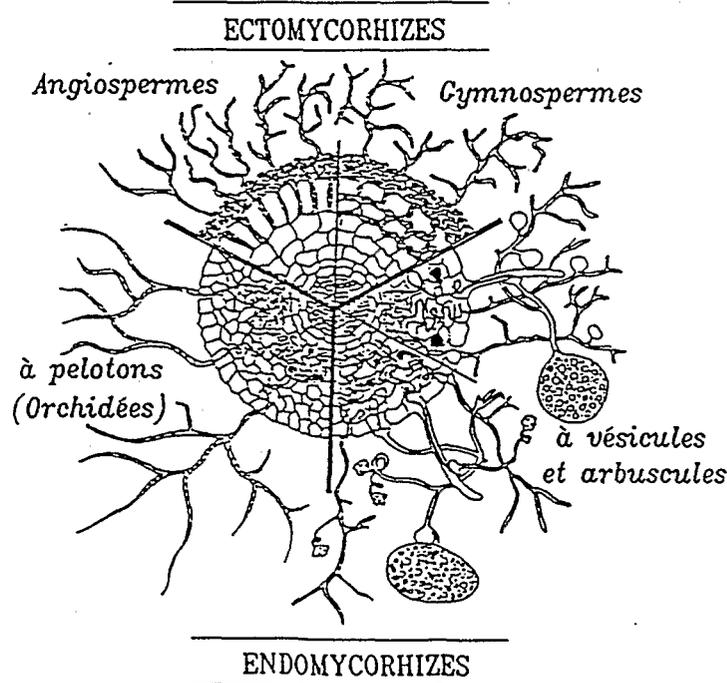


Figure 1. Structure des principaux types de mycorhizes

Les MVA sont provoquées par des champignons inférieurs de la famille des *Endogonaceae* et sont caractérisées entre autre, par la présence d'hyphes intraracinaires, de vésicules et/ou d'arbuscules endocellulaires. Les MVA sont très peu spécifiques, ne modifient pas la structure de la racine et ne sont observables qu'en microscopie après coloration. Le type endomycorhizien domine très largement dans les forêts tropicales. Cependant, les espèces fongiques responsables de l'endomycorhization sont peu diversifiées et à répartition mondiale (Malloch *et al.*, 1980).

Tableau 2. Etat de nos connaissances au départ des travaux du type mycorhizien des Acacia s.l.

Espèces	Type mycorhizien		Références
	MVA	ECM	
<b>Espèces à feuilles</b>			
<i>Acacia albida</i>	+	.	2
<i>Acacia arabica</i>	+	.	2
<i>Acacia farnesiana</i>	+	.	2
<i>Acacia laeta</i>	+	.	4
<i>Acacia mellifera</i>	+	.	2
<i>Acacia nilotica</i>	+	.	2
<i>Acacia raddiana</i>	+	.	2
<i>Acacia senegal</i>	+	.	2, 4
<i>Acacia seyal</i>	+	.	2
<b>Espèces à phyllodes</b>			
<i>Acacia aneura</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia aulacocarpa</i>	+	.	2
<i>Acacia auriculiformis</i>	+	.	2, 6
<i>Acacia concurens</i>	+	.	2
<i>Acacia constricta</i>	+	.	2
<i>Acacia cyanophylla</i>	+	.	2
<i>Acacia dealbata</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia decurens</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia floribunda</i>	+	.	2
<i>Acacia goetzii</i>	+	.	2
<i>Acacia greggii</i>	+	.	2
<i>Acacia harmandiana</i>	+	.	6
<i>Acacia holosericea</i>	+	.	2, 3
<i>Acacia latescens</i>	+	.	2
<i>Acacia mangium</i>	+	+	2, 5
<i>Acacia melanoxylon</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia mitchellii</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia myrtifolia</i>	+	+	2
<i>Acacia nigrescens</i>	+	.	2
<i>Acacia nubica</i>	+	.	2
<i>Acacia platycarpa</i>	.	+	2
<i>Acacia polyacantha</i>	+	.	2
<i>Acacia pulchella</i>	+	.	2
<i>Acacia pycnantha</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia pyrifolia</i>	+	.	2
<i>Acacia redoxylon</i>	+	+	2
<i>Acacia retinodes</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia richii</i>	+	.	2
<i>Acacia rothii</i>	+	+	2
<i>Acacia rubida</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia salicina</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia saligna</i>	+	.	2
<i>Acacia simsii</i>	+	+	2
<i>Acacia sophorae</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia sparsiflora</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia suaveolens</i>	+	.	2
<i>Acacia torulosa</i>	+	.	2
<i>Acacia verticillata</i>	.	+	1, 2
<i>Acacia yirrkalensis</i>	+	.	2
Total espèces	35	15	

+ : signale la présence ; . : observation non réalisée.

1 : Warcup, 1980 ; 2 : Reddell et Warren, 1986 ; 3 : Corner et Diem, 1982 ; 4 : Badji *et al.*, 1989 ; 5 : National Research Council, 1984 ; 6 : Chalempongse et al., 1984, in : Le Tacon *et al.*, 1989.

Les ECM sont provoquées par des champignons supérieurs, généralement des Basidiomycètes, parfois des Ascomycètes et sont caractérisées par un manteau fongique d'épaisseur variable qui entoure plus ou moins complètement les racines courtes et par un réseau de Hartig qui résulte de la pénétration plus ou moins profonde d'hyphes mycéliens issus du manteau entre les cellules de la première assise épidermique des racines courtes de la plante hôte. Les ECM sont plus spécifiques que les MVA et varient en forme et en couleur selon l'espèce fongique responsable de la symbiose, comme nous pouvons l'observer, par exemple, sur le système racinaire d'un *Eucalyptus robusta* (fig. 2:1) ; on distingue parfaitement les ECM jaunes et droites de *Pisolithus sp.* des ECM blanches et sinueuses de *Scleroderma capense*. L'observation des ECM ne nécessite pas de préparation particulière car celles-ci sont visibles macroscopiquement. Le type ectomycorhizien est dominant dans les forêts tempérées. Les espèces fongiques ectomycorhiziennes sont très largement diversifiées ; actuellement, on en compte plus de 5000 espèces (Malloch *et al.*, 1980).

## II. Les MVA CHEZ LES *Acacieae*

Parmi les 48 espèces d'*Acacia s.l.* pour lesquelles nous possédons des informations, 35 sont à MVA, 13 sont à ECM et 5 sont à MVA et à ECM (tabl. 2). Cependant, les 13 espèces où les MVA ne sont pas signalées n'ont été étudiées que pour les ECM.

Les résultats que nous avons obtenus en pépinière au Sénégal concernant 32 espèces d'*Acacia s.l.* ont montré que toutes les espèces étudiées étaient capables de former des MVA après 5 mois de culture sur un sol riche en propagules endomycorhiziennes (tabl. 3 et fig. 2:2). L'ensemble de ces résultats nous indiquent qu'il est très probable que la plupart des espèces d'*Acacieae* soient à MVA. Cependant, des exceptions ne sont pas à exclure et, il est possible, que certaines espèces adaptées aux milieux hydromorphes ou halomorphes soient peu ou pas mycotrophes.

Tableau 3. Type mycorhizien, MVA ou ECM, de 32 espèces d'*Acacia s.l.* déterminé expérimentalement en serre, au Sénégal d'après Ducouso (1990).

Espèces	Type mycorhizien	
	MVA	ECM
<b>Espèces à feuilles</b>		
<i>Acacia arabica</i>	+	-
<i>Acacia cavegna</i>	+	-
<i>Acacia farnesiana</i>	+	-
<i>Acacia horrida</i>	+	-
<i>Acacia raddiana</i>	+	-
<b>Espèces à phyllodes</b>		
<i>Acacia ancistrocarpa</i>	+	-
<i>Acacia aneura</i>	+	+
<i>Acacia auriculiformis</i>	+	+
<i>Acacia bivenosa</i>	+	+
<i>Acacia chisholmii</i>	+	+
<i>Acacia coriacea</i>	+	+
<i>Acacia cowleana</i>	+	+
<i>Acacia cyanophylla</i>	+	-
<i>Acacia dunii</i>	+	-
<i>Acacia eriopoda</i>	+	+
<i>Acacia hippuroïdes</i>	+	+
<i>Acacia hülliana</i>	+	+
<i>Acacia holosericea</i>	+	+
<i>Acacia inaequilatera</i>	+	-
<i>Acacia lysiphloia</i>	+	+
<i>Acacia mangium</i>	+	+
<i>Acacia monticola</i>	+	+
<i>Acacia pellita</i>	+	+
<i>Acacia platycarpa</i>	+	-
<i>Acacia plectocarpa</i>	+	+
<i>Acacia pyrifolia</i>	+	-
<i>Acacia retivenea</i>	+	+
<i>Acacia salicaria</i>	+	-
<i>Acacia stenophylla</i>	+	-
<i>Acacia trachycarpa</i>	+	+
<i>Acacia translucens</i>	+	+
<i>Acacia tumida</i>	+	-

+ : observation positive ; - : observation négative.



Figure 2.

- fig 1 : ECM jaunes de *Pisolithus* sp. et ECM blanches de *Scleroderma capense* sur le système racinaire d'un même arbre.  
 fig 2 : Observation de MVA dans les racines d'*Acacia holosericea* ; My = mycélium, V = vésicule, A = arbuscule.  
 fig 3 : ECM jaunes de *Pisolithus* sp. sur racines d'*Acacia holosericea* ; E = ECM, N = nodule, R = rhizomorphe.  
 fig 4 : Coupe transversale dans une ECM d'*Acacia pellita* ; M = manteau, RH = réseau de Hartig.  
 fig 5 : *Pisolithus* sp. sous *Acacia holosericea* ; C = carpophore.

III. LES ECM CHEZ LES *Acaciae*

Des travaux antérieurs ont permis de mettre en évidence l'ectomycorhization de 18 espèces d'*Acacia s.l.* (tabl. 2). Nos travaux ont approfondi ces connaissances en décrivant l'ectomycorhization par *Pisolithus sp.* de 16 autres espèces et en confirmant ces observations pour *Acacia aneura* (Warcup 1980) et pour *A. mangium* (National Research Council, 1984) (tabl. 3). Dans cette expérience conduite en serre, les ECM ont été obtenues sur des plants âgés de 3 à 6 mois inoculés soit avec la souche de *Pisolithus sp.* ORS.X004 isolée au Sénégal à partir d'un carpophore récolté sous *Eucalyptus camaldulensis* soit avec la souche ORS.8023 isolée au Sénégal à partir d'un carpophore récolté sous *Acacia holosericea*. Pour ces deux souches, l'inoculum a été préparé suivant la technique décrite par Chilvers *et al.* (1986).

Nous pouvons observer sur la figure 2:3 des ECM jaunes de *Pisolithus sp.* et un nodule fixateur d'azote sur le système racinaire d'*Acacia holosericea*. Nous avons en effet fréquemment observé ces doubles symbioses, ECM-Nodule fixateur d'azote. L'ectomycorhization ne semble pas être antagoniste de la nodulation chez les *Acacia*.

Sur une coupe transversale dans une ECM d'*Acacia pellita* (fig. 2:4), nous pouvons observer une structure classique avec un manteau fongique d'environ 30 µm d'épaisseur et un réseau de Hartig d'environ 14 µm de profondeur. L'épaisseur du manteau ainsi que la profondeur du réseau de Hartig sont variables selon les espèces et les souches. Dans certains cas, nous n'avons pas observé de réseau de Hartig. En effet, la technique d'inoculation que nous avons adoptée provoque un apport important d'hyphes mycéliens actifs dans la rhizosphère de la plante hôte. Les racines se trouvent alors dans un état de surinfection. Dans ces conditions, on peut penser que ces mycorhizes (sans réseau de Hartig) résultent en fait d'une compatibilité limitée entre l'*Acacia* et la souche de *Pisolithus sp.* utilisée. Il est très probable que de telles mycorhizes soient peu stables et rarement observables au champ. Cependant, il n'est pas à exclure que ces espèces puissent former avec d'autres souches de *Pisolithus sp.* ou d'autres espèces fongiques des ECM avec un réseau de Hartig bien développé. Il se pose alors, au Sénégal, le problème de la disponibilité de souches de champignons ectomycorhiziens compatibles avec ces *Acacia*.

Les 34 espèces pour lesquelles des ECM ont été observées sont originaires d'Australie et appartiennent au genre *Racosperma* (Pedley, 1987). En ce qui concerne les trois autres genres, *Senegalia*, *Acacia* et *Faidherbia*, aucune espèce à ECM n'a été observée.

Tableau 4 : Etat symbiotique d'*Acacia holosericea* et d'*A. trachycarpa* dans différentes stations au Sénégal, d'après Ducouso (1990)

Stations	Description du site	âge(an)	<i>A. holosericea</i>			<i>A. trachycarpa</i>		
			Nod	VAM	ECM	Nod	VAM	ECM
SA:1	Brise vent en sec	4	-	+	-	.	.	.
SA:6	Plantation irriguée	3	-	-	+	.	.	.
SA:7	Spontané, berge du canal du Taouey	3	-	+	+	.	.	.
SA:10	Plantation irriguée	2	+	-	+	-	+	-
SA:11	Régénération dans brise vent irrigué	1/4	-	-	+	.	.	.
	Brise vent irrigué	2	-	-	+	.	.	.
SA:12	Plantation en sec	6	-	+	-	.	.	.
SA:12	Semi direct en sec	5	-	+	-	.	.	.
SS1:2	Arbre isolé	3	-	+	-	.	.	.
SS1:5	Plantation sur dunes	5	+	+	+	.	.	.
SS1:6	Plantation sur dunes	2	-	+	-	.	.	.
SS1:7	Plantation en sec	4	-	+	-	.	.	.
SS1:9	Brise vent	2	-	+	-	.	.	.
SS2:1	Plantation en sec	4	-	+	-	.	.	.
SS2:2	Plantation en sec	4	-	+	-	.	.	.
SS2:3	Plantation en sec	4	-	+	-	-	-	+
SS2:4	Plantation en sec	2	+	+	-	.	.	.
SO:3	Bois villageois	3	-	+	-	-	+	-
SO:4	Bois villageois	3	-	+	-	.	.	.
SO:5	Bois villageois	4	-	-	+	-	-	+
SG:4	Plantation en sec	2	-	+	-	.	.	.
GS:3	Régénération pyrophile	1/4	+	+	-	.	.	.
	Plantation en sec	4	+	+	-	-	+	-

+ : observation positive ; - : observation négative ; . : espèce non présente sur la station.

IV. LES DOUBLES SYMBIOSES MVA-ECM CHEZ LES *Acaciae*

Les espèces des genres *Senegalia*, *Acacia* et *Faidherbia* ne sont concernées que par les MVA. De ce que nous connaissons, les doubles symbioses MVA-ECM ne concernent que les espèces australiennes à phylloides du genre *Racosperma*.

Au Sénégal, nous avons observé le type symbiotique d'*Acacia holosericea* et d'*A. trachycarpa* dans 21 stations (tabl. 4). Nous n'avons observé respectivement pour ces deux espèces : des MVA dans 18 sites sur 23 et dans 3 sites sur 5 et des ECM dans 7 et 2 sites (fig. 2:5). En ce qui concerne *Acacia trachycarpa*, nous avons observé aucun cas de double symbiose MVA-ECM. Par contre, chez *Acacia holosericea*, nous avons observé cette double symbiose dans deux stations (SS1:5 et SS2:4). Cependant, nous ne possédons aucune indication concernant la stabilité de ces doubles symbioses ni sur leur rôle dans la physiologie de la plante hôte. Le type mycorhizien est probablement déterminé par des facteurs extérieurs comme le pH du sol, la teneur du sol en phosphore assimilable ou encore la présence de propagules mycorhiziennes infectieuses. L'âge des arbres est aussi un élément important à prendre en compte.

## V. CONCLUSION

En ce qui concerne les types mycorhiziens, l'état actuel de nos connaissances nous permet de diviser schématiquement la tribu des *Acaciae* en deux groupes. Un premier, exclusivement à MVA, est composé d'espèces africaines et américaines à feuilles appartenant aux genres *Senegalia*, *Acacia* et *Faidherbia*. Un second groupe, à MVA et/ou à ECM, est composé d'espèces australiennes à phylloides appartenant au genre *Racosperma* (tabl. 5). En ce qui concerne ce dernier groupe, le déterminisme du type mycorhizien est certainement sous l'influence de facteurs qui restent encore indéterminés. Les ECM, qui ne sont pas antagonistes de la nodulation semblent agir, dans la plupart des cas, en compétition avec les MVA, au moins pour les taux d'infection.

Tableau 5. Répartition des types mycorhiziens dans les 4 genres de la tribu des *Acaciae*.

Genre	Nombre d'espèces étudiées		S/Total	Total des espèces existantes
	MVA	ECM		
<i>Senegalia</i>	2	0	2	150
<i>Acacia</i>	8	0	8	200
<i>Faidherbia</i>	1	0	1	1
<b>S/total en %</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	
<i>Racosperma</i>	48	34	59	850
<b>S/total en %</b>	<b>81</b>	<b>58</b>	<b>7</b>	

Bien que nous possédions des informations sur seulement 3% des espèces du premier groupe et sur 7% pour le second, nos connaissances des significations écologique, sociologique et évolutive de la mycotrophie (Malloch *et al.*, 1980 ; Trappe, 1987) nous permettent de penser que l'ectomycorhization des *Acaciae* est strictement limitée aux espèces australiennes. Pour cela, il serait intéressant de déterminer le type mycorhizien des 8 espèces australiennes d'*Acacia* et de 2 espèces australiennes de *Senegalia* ; il n'est pas exclu que sur certaines d'entre elles on puisse observer des ECM. En ce qui concerne les espèces africaines et américaines, toutes sont probablement à MVA.

La possibilité des espèces du genre *Racosperma* à s'associer symbiotiquement soit avec des champignons endomycorhiziens soit avec des champignons ectomycorhiziens permet de réduire la dépendance vis-à-vis des mycorhizes et par là même de faciliter l'introduction de ces espèces pour des programmes de reboisement. L'importance et le rôle des ECM pour les *Acacia* restent encore à déterminer.

## VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Badji S., Ducouso M., Thoen D., Colonna J.P., 1989. Influence de la double inoculation *Rhizobium/Glonus mosseae* sur la nodulation et la croissance de jeunes *Acacia laeta* R.Br. ex Benth. In : *Trees for development in sub-saharan Africa*. ICRAF HQ, Nairobi, Kenya, 323-3.
- Bentham G., 1864. *Flora Australiensis*. Volume 2. London : Reeve and Co. 521p.
- Bentham G., 1875. Revision of the suborder *Mimosaceae*. Transactions of the Linnean Society of London, 30, 335-650.

- Chilvers G.A., Douglass P.A., Lapeyrie F.F., 1986. A paper sandwich technique for rapid synthesis of ectomycorrhizas. *New Phytol.* 103, 25-33.
- Cornet F., 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 d'*Acacia holosericea* et *A. raddiana*. *Bois et Forêts des Tropiques*, 198, 3-15.
- Ducouso M., 1990. Importance des symbioses racinaires pour l'utilisation des acacias en Afrique de l'Ouest. Thèse, Lyon I, 260 p.
- Le Tacon F., Garbaye J., Ba A., Beddiar A.F., Diagne O., Diem H.G., 1989. L'importance des symbioses racinaires pour les arbres forestiers en zones tropicales sèches et en zones tropicales humides. In : *Trees for development in sub-saharan Africa*. ICRAF HQ, Nairobi, Kenya, 302-318.
- Malloch D.W., Pirozynski, K.A., Raven P.H., 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbiosis in vascular plants (A review). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 77, 2113-2118.
- National Research Council., 1984. *Mangium* and other fast-growing *Acacia* for humid tropics. Washington DC., National Academy Press, 62p.
- Pedley L., 1981. Classification of acacias. International Group for the Study of *Mimosoideae*. Toulouse, 9, 42-48.
- Pedley L., 1986. Australian acacias : Taxonomy and Phytogeography. In : *Australian acacias in developing countries*. Ed : Turnbull, J.W.) ACIAR N°16, 11-16.
- Pedley L., 1987. *Racosperma* Martius (*Leguminosae : Mimosoideae*) in Queensland : a checklist. *Austrobaileya*, 2, 344-357.
- Reddell P., Warren R., 1986. Inoculation of acacias with mycorrhizal fungi : potential benefits. In : *Australian acacias in developing countries*. (Ed : Turnbull, J.W.) ACIAR N°16, 50-53.
- Trappe J.M., 1987. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint. In : *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants* (Ed. : Safir, G.R.) CRC Press, Boca Raton, FL., 6-23.
- Vassal J., 1972. Apport des recherches ontogéniques et séminologiques à l'étude morphologique, taxonomique et phylogénique du genre *Acacia*. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 108, 125-247.
- Vassal J., 1981. Tribe 4. *Acacieae* Benth. (1842). In : *Advances in Legume systematics* (Eds : Polhill, R.M. et Raven, P.H.) 169-171.
- Warcup J.H., 1980. Ectomycorrhizal relationship of Australian indigenous plants. *New Phytologist*, 85, 531-535.