Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes
L.S.T.M. – U.M.R. 113, CIRAD / INRA / ENSA-M / IRD

Les Mycorhizes des feuillus méditerranéens

Présentation des recherches effectuées et des résultats obtenus entre juin 1996 et mai 2000

Marc Ducousso

LSTM, Campus de Baillarguet, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.
Téléphone : 04 67 59 37 63. Télécopie (Fax): 04 67 59 38 02. e-mail : marc.ducousso@cirad.fr

Les mycorhizes des feuillus méditerranéens :

présentation des recherches effectuées et des résultats obtenus de juin 1996 à mai 2000

Préambule

Ce document présente les travaux réalisés par le CIRAD entre juin 1996 et mai 2000, dans le cadre de la convention "*Recherche de souches mycorhizogènes et aptitude à la mycorhization des feuillus méditerranéens et du Pin noir de Salzmann*" entre la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAF-LR) et le centre de Montpellier de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et de la convention "*Essais de mycorhization contrôlée en pépinière de feuillus méditerranéens et plantation en région Languedoc-Roussillon*" faisant intervenir l'Office National des Forêts (ONF), l'INRA, la société BIORIZE S.A. et le Centre de coopération International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Ces conventions ont permis à Monsieur Nathan Mendou, étudiant à l'ENGREF régions chaudes à Montpellier et à Mademoiselle Anne Charlotte Le Conte, étudiante à l'école des Barres de Nogent sur Vernisson, d'effectuer chacun un stage de trois mois au laboratoire.
Au départ de ces travaux, le niveau de connaissance des mycorhizes des feuillus méditerranéens en Languedoc-Roussillon se limitait à de simples indications bibliographiques sur ce que pourrait être le type mycorhizien (mycorhizien arbusculaire ou ectomycorhizien) de ces essences, aucune souche mycorhizienne arbusculaire n'était disponible ; l'étude des Glomales de la région n'avait pas débuté. Quelques travaux concernant les mycorhizes arbusculaires en région méditerranéenne étaient toutefois disponibles. Ils concernaient l'importance de la mycotrophie dans quelques milieux littoraux espagnoles et en zone pré-désertique en Algérie et des essais d'inoculation contrôlée menés avec des souches de collection, notamment au Maroc et en Italie.
Après un rappel de généralités sur les mycorhizes et leurs utilisations, les résultats obtenus au cours de quatre années de recherches sur les feuillus méditerranéens français sont présentés.

Les symbioses mycorhiziennes et leur utilisations en foresterie

La plupart des végétaux (95 %) vivent en association avec des champignons mycorhiziens. Ces associations à bénéfices réciproques engendrent la formation d'organes mixtes "Mycélium/Racines" appelés MYCORHIZES (des grecs MUKES = Champignon et RHIZA = Racine). En fonction de leur structure, plusieurs types de mycorhizes ont été décrits ; parmi ceux-ci, deux concernent particulièrement les arbres : les ectomycorhizes et les mycorhizes arbusculaires.
Les ectomycorhizes sont caractérisées par un manteau fongique qui entoure les

racines fines et un réseau mycélien (dit "de Hartig") qui résulte de la pénétration d'hyphes mycéliens issus du manteau interne entre les cellules du rhizoderme. Le réseau de Hartig est le siège des échanges bidirectionnels entre les deux partenaires de la symbiose. Les ectomycorhizes concernent principalement les arbres (feuillus et résineux) tropicaux, méditerranéens, tempérés et arctiques. Parmi ceux-ci, citons les pins, les chênes, les eucalyptus, les Diptérocarpacées, les bouleaux... Les champignons responsables de l'ectomycorhization sont très diversifiés (plus de 5000 espèces connues actuellement) et sont principalement des Basidiomycètes et des Ascomycètes. La culture pure au laboratoire de ces champignons est parfois possible.
Les mycorhizes arbusculaires sont caractérisées par la présence d'arbuscules intracellulaires au niveau des cellules du parenchyme cortical des racines fines. C'est au niveau de l'arbuscule, par la mise en place d'un apoplaste mixte plante/champignon que se situent les échanges bidirectionnels entre les partenaires de la symbiose. D'autres structures caractéristiques peuvent également être observées : les vésicules, les hyphes mycéliens endocellulaires, les spores et les cellules auxiliaires. Les mycorhizes arbusculaires concernent la plupart des végétaux supérieurs (ligneux et herbacés). Parmi les arbres, citons les Erables, les Frênes, l'Hévéa, le Teck... Les champignons responsables des mycorhizes arbusculaires appartiennent tous à l'Ordre des *Glomales,* Classe des Zygomycètes et sont relativement peu diversifiés (180 espèces décrites à ce jour). La culture pure de ces champignons est actuellement impossible ; leur multiplication et leur conservation se font par culture sur plante hôte. Les relations plantes/champignons sont très peu spécifiques (contrairement aux ectomycorhizes). Toutefois, les espèces végétales montrent une préférence pour certaines espèces fongiques en fonction de différents facteurs dont la nature du sol.
Les symbioses multiples faisant intervenir un champignon ectomycorhizien et un champignon à mycorhizes arbusculaires sur une même plante hôte ne sont pas rares et ont été décrites notamment chez les *Eucalyptus* et les *Acacia.*
L'intérêt d'utiliser des mycorhizes en foresterie résulte principalement d'effets physiologiques qui ne sont pas liés au type de mycorhizes. Le partenaire fongique permet une extension du volume de sol exploré grâce au réseau d'hyphes mycéliens et crée une barrière physique contre certains pathogènes telluriques. A cela s'ajoute une amélioration du fonctionnement hydrique de la plante, une amélioration des capacités d'absorption minérale, notamment du phosphore, et un rôle actif de protection contre certains pathogènes.
L'effet de la mycorhization par une souche sélectionnée se traduit sur la plante hôte par une amélioration de la vigueur des plants accompagnée ou non d'une augmentation de leur vitesse de croissance. Ainsi, la plante mycorhizée résiste mieux que la plante non mycorhizée à différents stress (hydrique, choc de transplantation, pauvreté des sols, déséquilibres divers des sols...).
Les principes d'utilisation de la mycorhization contrôlée en foresterie peuvent être énumérés de la sorte :

1- L'arbre étudié forme-t-il des mycorhizes arbusculaires, des ectomycorhizes ou les deux ?
2- Quel est le degré de dépendance aux mycorhizes de l'arbre étudié ?
3- Se procurer des souches mycorhiziennes sélectionnées pour l'effet recherché (amélioration de la croissance au champ, amélioration de la tolérance à la sécheresse...) et adaptées à l'espèce et au milieu où elles vont être introduites.
4- Assurer la production de plants mycorhizés en pépinière (vérification d'une installation satisfaisante de la mycorhization avant le transfert en plantation).
5- Vérifier le maintien de la souche introduite après la plantation.

I : Mycorhization et mycorhizes de 10 feuillus en région Languedoc-Roussillon

Des racines fines (1,5 à 0,5 mm de diamètre) de 10 feuillus méditerranéens ont été prélevées aux mois de juin et juillet dans 10 stations différentes situées en région Languedoc-Roussillon afin d'y observer les infections mycorhiziennes présentent naturellement. Pour cela, les racines prélevées ont est colorées au bleu Trypan dans le lactophénol (Philipps et Hayman, 1970) puis, des fragments d'environ 1 cm de longueur ont été dilacérés entre lame et lamelle dans du PVLG (Diallo, 1994) avant d'être observés au microscope en lumière blanche aux objectifs 10, 40 et 100 (tableau 1). Les lames de références ainsi constituées sont conservées au LSTM à Montpellier.

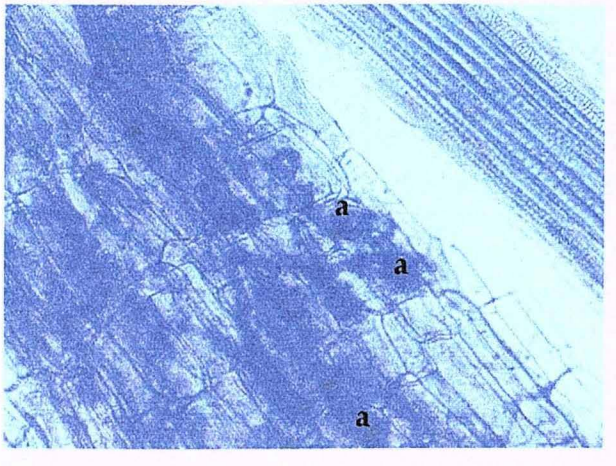
Tableau 1 : Structures mycorhiziennes observées dans les différentes espèces étudiées (échantillons racinaires récoltés en juin et juillet 1996).

Espèces	Mycorhizes arbusculaires					Ectomycorhizes	
	Arb.	Vés.	Sp.	Hend.	Caux.	Manteau	RH
Acer monspessulanum	+	+	+	+	+	-	-
Acer opalus	+	+	+	+	-	-	-
Acer campestre	+	+	+	+	-	-	-
Acer platanoides	-	+	-	+	-	-	-
Fraxinus excelsior	+	+	+	+	+	-	-
Fraxinus oxyphylla	+	-	-	+	+	-	-
Sorbus aria	+	+	-	+	-	-	-
Sorbus torminalis	-	+	-	+	-	-	-
Pirus malus	-	-	-	+	-	-	-
Tilia platyphyllos	-	-	-	-	-	+	+

Arb. : Arbuscules ; Vés. : Vésicules ; Sp. : Spores ; Hend. : Hyphe endocellulaire ; Caux. : Cellules auxilliaires ; RH : Réseau de Hartig ; + : présence ; - absence.

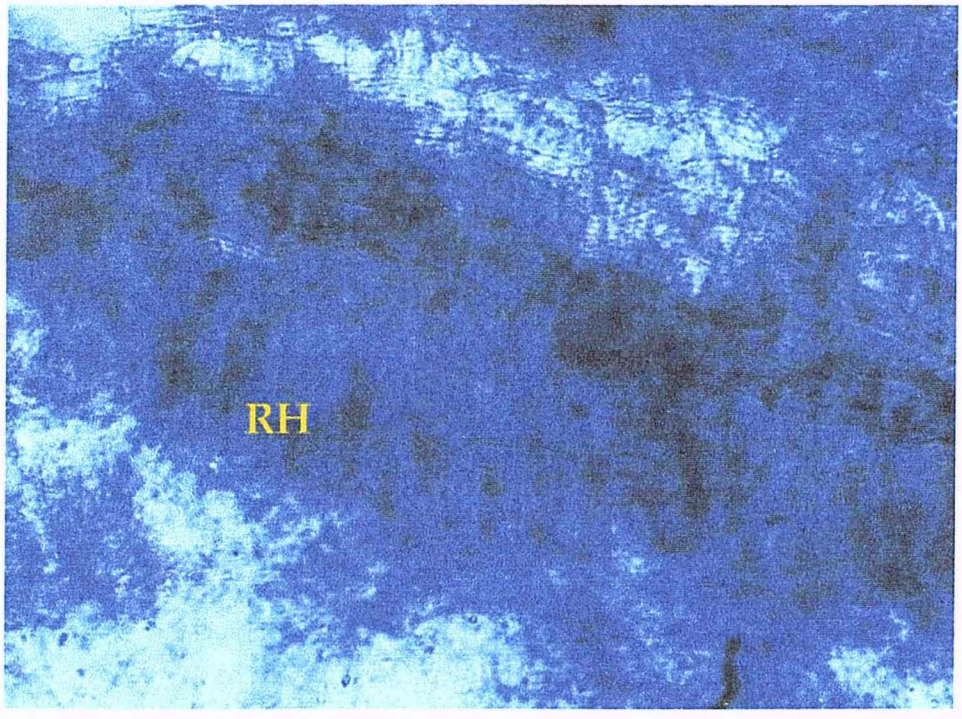
Les neuf premières espèces présentent uniquement des structures caractéristiques de mycorhizes arbusculaires (figure 1). L'observation de cellules accessoires indique très clairement la présence en symbiose des genres *Gigaspora* ou *Scutellospora*. L'observation des vésicules et des spores nous permet d'affirmer la présence d'espèces du genre *Glomus*.

Figure 1 : Cortex racinaire mycorhizé d'*Acer monspessulanum* dilacéré entre lame et lamelle dans du PVLG. Les arbuscules y sont bien visibles ; a : arbuscule.



Sur le Tilleul à grandes feuilles nous avons trouvés des ectomycorhizes pyramidales blanches avec un manteau et un réseau de Hartig bien développé (figure 2). Aucun sporophore potentiellement ectomycorhizien n'a été trouvé lors des prélèvements. Aucune présence de structure mycorhizienne arbusculaire n'a été observée sur cette espèce.

Figure 2 : Racine ectomycorhizée de *Tillia platyphyllos* colorée au bleu Trypan dans le lactophénol montée dans le PVLG. RH : réseau de Hartig.



II : Evaluation *in situ* de l'importance de la mycorhization de 9 essences feuillues méditerranéennes

Les pourcentages de mycorhization arbusculaire observés dans les échantillons racinaires récoltés aux mois de juin et juillet 1996 dans les stations[1] A-1, A-2, A-3, B-1, B-2, B-3, C-1,D-1, E-2 et E-4 sont présentés dans le tableau 3 (Giovanetti et Mosse 1981 et Ducousso, 1991).

[1] Les stations étudiées sont réparties dans les quatre départements de la Région Languedoc-Roussillon. Elles ont été repérées grâce à l'inventaire IFN de 1986 et ont été caractérisées par leur situation géographique, leur végétation arborée, arbustive et herbacée, la nature de leur sol et de la roche mère.

Tableau 2 : Pourcentage d'infection mycorhizienne arbusculaire des différentes espèces étudiées dans les différentes stations.

Stations	A.m	A.o	A.c	A.p	F.e	F.o	S.a	S.t	P.m
A-1	-	-	-	-	-	-	35	-	-
A-2	-	-	-	-	-	-	46	-	-
A-3	-	-	-	-	-	-	24	-	-
B-1	56	-	78	-	-	-	-	-	-
B-2	68	-	-	-	-	-	38	-	-
B-3	10	12	-	traces	20	-	-	-	-
C-1	40	-	82	-	-	62	-	-	traces
D-1	88	-	-	-	-	-	-	-	-
E-2	-	-	-	-	-	-	36	-	-
E-4	-	-	-	-	-	-	18	16	-

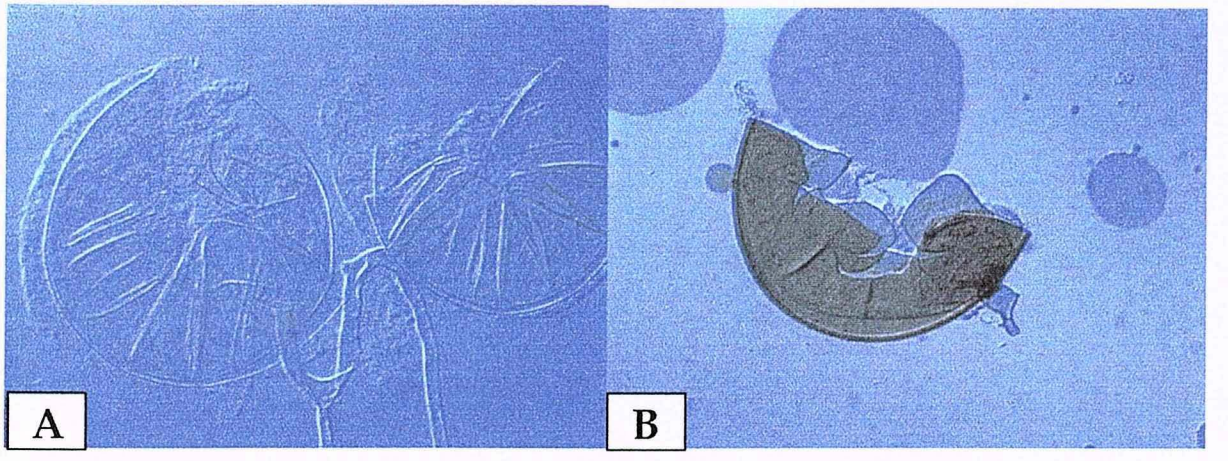
A.m : *Acer monspessulanum* ; A.o : *Acer opalus* ; A.c : *Acer campestre* ; A.p : *Acer platanoides* ; F.e : *Fraxinus excelsior* ; F.o : *Fraxinus oxyphylla* ; S.a : *Sorbus aria* ; S.t : *Sorbus torminalis* ; P.m : *Pirus malus*.
- : espèce absente de la station.

Dans les stations B-3 et E-4, nous constatons des pourcentages d'infection relativement faibles, inférieurs à 20 %, pour l'ensemble des espèces présentes. Pour les huit autres stations, les pourcentages varient de 24 à 88 %. Toutefois, le nombre d'espèces analysées par station est insuffisant pour comparer les potentiels mycorhiziens arbusculaires entre les stations.
Les pourcentages de mycorhization de 78 et 82 % de l'Erable champêtre laissent à penser que cette espèce est très dépendante des mycorhizes abusculaires. Ce caractère d'hôte quasi obligatoire est généralement lié à une très faible "spécificité" pour le partenaire fongique et une réaction relativement faible à l'inoculation contrôlée avec des souches sélectionnées.
L'Erable de Montpellier et l'Alisier blanc ont des pourcentages de mycorhization variables d'une station à une autre. Ces variations vont respectivement de 10 à 88 % et de 18 à 46 %. Pour ces espèces, il serait donc intéressant de rechercher des souches natives du Languedoc-Roussillon afin d'évaluer l'effet de l'inoculation contrôlée.
Pour les autres espèces, le nombre de données est insuffisant pour établir un quelconque pronostic.

III : Observation des spores de champignons mycorhiziens arbusculaires dans les sols des différentes stations

Des échantillons de sol ont été récoltés dans les différentes stations étudiées. Les spores ont été extraites par la méthode du tamisage humide suivie d'une centrigugation différentielle eau/saccharose 50 % (Sieverding, 1991). Le nombre des spores par échantillon de 100 g de sol est variable de 0 à 16. La matière organique présente dans les sols n'a sans doute pas permis une extraction optimale des spores du sol, toutefois, la densité de spores doit être considéré comme très faible.
Les genres *Glomus, Acaulospora, Gigaspora* et *Scutellospora* ont été régulièrement observés. Deux espèces ont été identifiées, *Glomus intraradices* et de *Scutellospora verrucosum,* dans les sols des stations B-3, D-1 (figure 3).

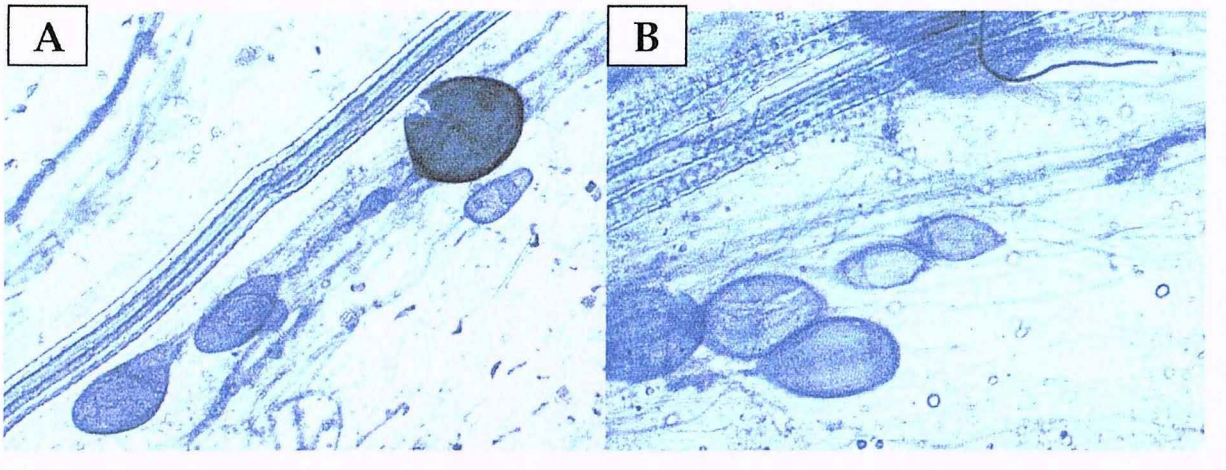
Figure 3 : Spores de *Glomus intraradices* (A) et de *Scutellospora verrucosum* (B) montées entre lame et lamelle dans du PVLG. Les spores, observés en contraste de phase interférentiel ont été légèrement écrasées afin de mettre en évidence la structure des parois.



IV : Piégeage, caractérisation et mise en collection de *Glomales* de feuillus méditerranéens

A partir des échantillons de sol collectés dans les différentes stations, des piégeages de souches ont été mis en place à la serre. Ces piégeages nous ont permis de sélectionner deux souches de *Glomus* : *G. intraradices* et *Glomus sp.* (figure 4). La souche LR1 (CIRAD) de *Glomus intraradices* a été retenu pour la réalisation future d'un essai d'inoculation contrôlée au champ.

Figure 4 : Fragments de racine de *Plectranthus australis* mycorhizés par la souche de *Glomus intraradices* LR1 (CIRAD) (A) et une souche de *Glomus* sp. (B).



V : Contrôle de la mycorhization dans un essai d'inoculation mis en place à la pépinière des Milles (Aix en Provence, 1997)

Afin de tester la faisabilité de l'inoculation contrôlée à la pépinière des Milles, en 1997, un essai a été mis en place dans les conditions standards obéissant aux clauses particulières du cahier des charges pour la production des plants forestiers en zone méditerranéenne. Dans ces conditions, des plants de trois feuillus *Fraxinus ornus,*

Sorbus aria et *Acer monspessulanum* inoculés avec Endorize A, Endorize M (fournis par BIORIZE S.A.) et non inoculé ont été produit. Les résultats de mycorhization obtenus par le CIRAD sont récapitulés dans le tableau 1. Ces résultats étaient concordants ave ceux obtenus, sur les mêmes échantillons par BIORIZE S.A.

Tableau 3 : Pourcentage d'infection par les mycorhizes arbusculaires de *Fraxinus ornus, Sorbus aria* et *Acer monspessulanum* en fonction des inoculations par Endorize A, Endorize M et le témoin non inoculé.

Espèces	Endorize A	Endorize M	Témoin non désinfecté
Fraxinus ornus	45 %	75 %	?
Sorbus aria	35 % * #	75 % *	1 % *
Acer monspessulanum	25 %	55 %	1 % *

* : Présence non négligeable de pathogènes
# : Présences de racines de monocotylédone

Ces données montraient la très bonne mycorhization obtenue, notamment avec l'Endorize M et mettaient en garde contre la présence d'adventives et la présence de champignons non mycorhiziens présentant un risque pathogénique.
Les résultats de cet essai ont été jugé concluant ; il a donc été décider de poursuivre les travaux de mycorhization des feuillus méditerranéens l'année suivante en mettant en place un essai d'inoculation au champ avec des plants inoculés par une souche mycorhizienne arbusculaire isolée par le CIRAD en Languedoc-Roussillon.

VI : Contribution du CIRAD à l'atelier du 20 mars 1997 à Montpellier

Dans le cadre de la convention "*Recherche de souches mycorhizogènes et aptitude à la mycorhization des feuillus méditerranéens et du Pin noir de Salzmann*" un atelier a été organisé afin de faire le point sur les travaux engagés sur les mycorhizes et la mycorhization en région Languedoc-Roussillon et de définir l'opportunité de poursuivre des recherches dans ce domaine. Cet atelier à été l'occasion pour le CIRAD de présenter deux communications : 1- " Rappels sur les symbioses mycorhiziennes et leurs utilisations en foresterie" et 2- "Etat d'avancement et premiers résultats des recherches sur l'aptitude à la mycorhization et l'isolement de souches mycorhizogènes de feuillus méditerranéens". A l'issue de cet atelier, une convention prévoyant la mise en place d'un essai au champ a été préparée.

VII : Contrôle de la mycorhization, à la sortie de pépinière puis au champ, des plants de l'essai mis en place à Vic la Gardiole (Hérault)

Dans le cadre de la convention "*Essais de mycorhization contrôlée en pépinière de feuillus méditerranéens et plantation en région Languedoc-Roussillon*" le CIRAD a été chargé de mettre à disposition de BIORIZE S.A., une souche mycorhizogène isolée en Languedoc-Roussillon (voir § IV) et de contrôler l'état de la mycorhization des plants produits en pépinière puis au champ après plantations. Les résultats obtenus dans ce cadre sont présentés ci-après.
En janvier 1998, la souche LR1 (CIRAD) de *Glomus intraradices* a été transmise par courrier à BIORIZE S.A. Cet envoi était accompagné de toutes les spécificités ayant permis le succès de sa culture par le CIRAD à Montpellier.

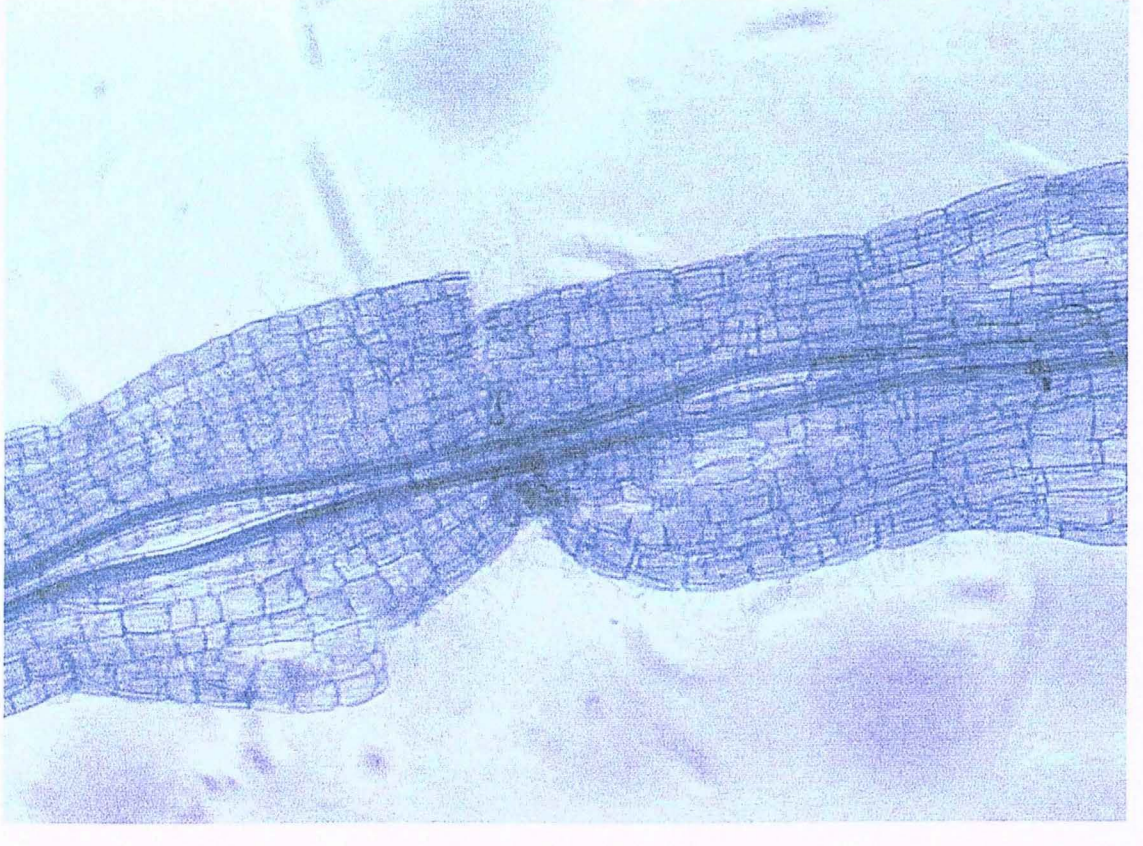
Les inoculums produits par BIORIZE S.A. ont été utilisé en pépinière pour inoculer des plants d'*Acer monspessulanum, Fraxinus ornus* et *Sorbus domestica* dans le cadre d'un dispositif expérimental à 2 facteurs contrôlés : l'espèce avec 3 modalités et le traitement en pépinière avec 4 modalités (inoculé LR1, inoculé Endorize, témoin désinfecté et témoin pépinière). Les résultats de l'examen d'échantillons racinaires en sortie de pépinière, prélèvements réalisés le 16 octobre 1998, puis après transfert des plants au champ, prélèvements réalisés le 6 avril 1999 et le 30 mai 2000 sont présentés dans les tableaux 4, 5, 6 et 7.

Tableau 4 : Fréquence de la mycorhization arbusculaire (en % de longueur de racine infectée) observée chez trois feuillus en fonction des traitements appliqués en pépinière ; observations réalisées juste avant la transplantation au champ.

Espèces	Traitements			
	LR1 (CIRAD)	Endorize	Témoin désinfecté	Témoin pépinière
Acer monspessulanum	3 %	2 %	0 %	0 %
Fraxinus ornus	1 %	2 %	0 %	0 %
Sorbus domestica	0 %	3 %	0 %	0 %

L'insuffisance du développement de la mycorhization des plants produits à la pépinière des Milles en 1998 est évident (figure 5). Les résultats obtenus, l'année précédente, dans des conditions a priori similaire, n'ont pas été répétés.

Figure 5 : Fragment de racine non mycorhizé d'*Acer monspessulanum* inoculé par Endorize.



La présence de spores de *Glomus intraradices* emmergeants des racines et dans les racines a été constaté (figure 6) dans le traitement inoculé par la souche LR1 (CIRAD). Il y a donc bien eu infection par la souche LR1, mais l'inoculum ne s'est pas développé. Dans le traitement inoculé par Endorize, des spores de deux *Glomus* indéterminés ont été observées. Dans le témoin sur substrat désinfecté, la présence importante voire massive de champignons intraracinaires non mycorhiziens a été constatée. Les plants cultivés en conditions classiques de pépinière présentaient également des infections non mycorhiziennes en quantité non négligeable. L'extraction des spores des substrats de pépinière ayant supporté les différents traitements n'a pas permis de constater la présence de spores de *Glomus* spp.

Figure 6 : Spores intraracinaires et émergeants des racines d'*Acer monspessulanum* inoculé par *Glomus intraradices* souche LR1 (CIRAD).

Les infections mycorhiziennes ne se sont pratiquement pas développées, dans des conditions pourtant très voisines de celles de 1997. Les hypothèses retenues pour expliquer la quasi absence de mycorhizes et l'effet de l'inoculation sur la croissance sont les suivantes :

1- présence d'écorces de pin mal compostées dans le substrat de pépinière,
2- utilisation de fongicides, notamment systémiques,
3- développement incontrôlé de bactéries stimulant la croissance végétale.

Par ailleurs, les souches ont été utilisées avec succès au laboratoire dans d'autres expériences. Leur qualité ne semble donc pas cause.
Une reprise du développement des infections mycorhiziennes arbusculaires à partir de l'inoculum introduit en pépinière, après le transfert au champ, bien que peu probable, n'est pas à exclure.

Tableau 5 : Fréquence de la mycorhization arbusculaire (en % de longueur de racine infectée) observée, 5 mois après la plantation, chez trois feuillus en fonction des traitements appliqués en pépinière (d'après INRA, 19 avril 2000).

Espèces	Traitements			
	LR1 (CIRAD)	Endorize	Témoin désinfecté	Témoin pépinière
Acer monspessulanum	0	traces	0	-
Fraxinus ornus	0	0	0	-
Sorbus domestica	0	traces	0	-

- : absence de prélèvement

Cinq mois après la plantation, alors que les plants sont en période de repos estival, aucune infection mycorhizienne arbusculaire bien développée n'a été observé. L'inoculation en pépinière a échoué. Les éventuelles différences de croissance qui pourront être observées entre traitement ne seront pas attribuables à l'infection mycorhizienne arbusculaire avec des souches sélectionnées introduites artificiellement en pépinière.

Tableau 6 : Fréquence de la mycorhization arbusculaire (en % de longueur de racine infectée) observée, 18 mois après la plantation, sur deux plants* chez trois feuillus en fonction des traitements appliqués en pépinière.

Espèces	Traitements			
	LR1 (CIRAD)	Endorize	Témoin désinfecté	Témoin pépinière
Acer monspessulanum	85/68	64/9	100/91	52/95
Fraxinus ornus	72/0	0/82	43/92	45/55
Sorbus domestica	0/88	5/98	0/1	86/8

* : les observations ont été réalisées sur deux plants de chaque espèce pour chaque traitement, les chiffres dans le tableau sont présentés pour chaque échantillon.

Tableau 7 : Intensité (de 1 à 5) de la mycorhization arbusculaire observée, 18 mois après la plantation, sur deux plants* chez trois feuillus en fonction des traitements appliqués en pépinière.

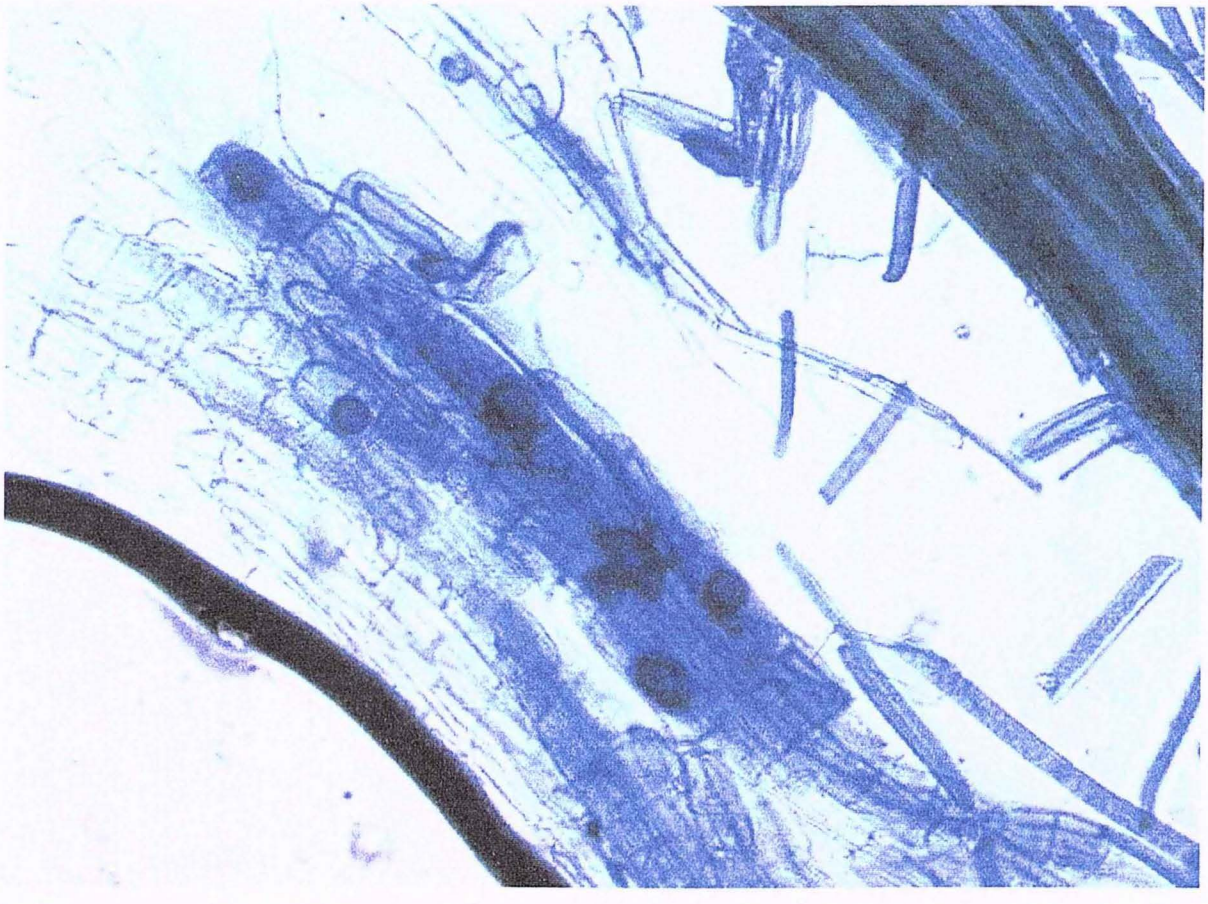
Espèces	Traitements			
	LR1 (CIRAD)	Endorize	Témoin Désinfecté	Témoin pépinière
Acer monspessulanum	2,4/2,0	2,3/1,3	3,3/3,0	2,2/3,2
Fraxinus ornus	3,0/1,0	1,0/2,5	2,3/3,2	1,9/2,6
Sorbus domestica	-/2,9	1,6/4,1	-/1,0	3,0/1,1

* : idem tableau 6 ; - : absence de mycorhize

Des mycorhizes arbusculaires ont été observées sur chacune des trois espèces plantées dans cet essai (figure 7). Cela confirme le caractère mycorhizien arbusculaire de ces trois espèces et leur possibilité de former des mycorhizes arbusculaires dans

les conditions de l'essai. Toutefois, compte tenu des observations réalisées antérieurement, où l'absence de mycorhizes arbusculaires avaient été constatée, aucun effet des traitements en pépinière ne peut être retenu pour tenter d'analyser d'éventuelles différences de croissance ou de taux de reprise entre les différents traitements. Les mycorhizes que nous avons observées dans cet essai se sont établies de façon postérieure à la plantation grâce au potentiel mycorhizien arbusculaire naturel du sol, cela, quelque soit le traitement appliqué en pépinière.

Figure 7 : Fragment de racine d'*Acer monspessulanum* (Témoin pépinière) mycorhizé spontanement 18 mois après son transfert au champ à Vic la Gardiole (Hérault).



Conclusion

L'importance des mycorhizes arbusculaires pour les feuillus méditerranéens par rapport aux ectomycorhizes a été clairement établi. Ainsi, sur 10 espèces étudiées, 9 forment des mycorhizes arbusculaires et une des ectomycorhizes. Des variations de fréquence de mycorhization arbusculaire ont été mises en évidence pour une même espèce d'une station à l'autre ; ainsi, la mycotrophie de certaines espèces est variable d'une station à l'autre. Des lames de références des mycorhizes de chaque espèce sont conservées au LSTM.
Quatre genre de Glomales : *Glomus, Acaulospora, Gigaspora* et *Scutellospora* ont été identifiés dans les sols de la Région Languedoc-Roussillon. Parmi ces genres, les espèces *Glomus intraradices* et *Scutellospora verrucosum* ont été identifiées. En général, les sols sont relativement pauvre en spores de Glomales avec de 0 à 16 spores par 100 g de sol.
Deux souches de Glomales ont été isolées. La souche de *Glomus intraradices* LR1

(CIRAD) et une souche de *Glomus* sp. Cette première souche a été utilisé dans un essai d'inoculation contrôlée mis en place sur le terrain à Vic la Gardiole (Hérault).
Un test préliminaire d'inoculation à permis de vérifier, en condition de pépinière classique la faisabilité de l'inoculation contrôlée de feuillus méditerranéens par des champignons mycorhiziens arbusculaires. Les pourcentages de mycorhization arbusculaire de *Fraxinus ornus, Sorbus aria* et *Acer monspessulanum* varient de 25 à 75 % après inoculation.
L'année suivante, les pourcentages de mycorhization des plants d'*Acer monspessulanum, Fraxinus ornus* et *Sorbus domestica* après inoculation n'ont pas excéder 3 %. Les conditions au niveau de la pépinière des Milles ont été mal contrôlées et, de ce fait, ne permettent pas une bonne reproductibilité des résultats.
Le suivi au champ des plants a permis de constater, 5 mois après la plantation que les systèmes racinaires des plants étaient toujours non mycorhizés. Dix-hiut mois après la plantation, une mycorhization spontanée, développée à partir du potentiel mycorhizien naturel du sol s'est établit de façon hétérogène sur l'ensemble de l'essai.
Les conditions d'établissement et de développement des mycorhizes arbusculaires en pépinière sont encore mal contrôlées. Des travaux dans ce domaine constituent un préalable incontournable à la réussite d'essais d'inoculation contrôlée aux champs.

Références bibliographiques

Diallo AT, 1994. Contribution à l'étude taxonomique et écologique des *Glomales* (champignons endomycorhiziens) du Sénégal. DEA Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 52p.

Ducousso M. (1991). Importance des symbioses racinaires pour l'utilisation des Acacias d'Afrique de l'Ouest. Thèse, Université de Lyon I. CIRAD-ISRA (Eds.), Nogent sur Marne, France et Dakar, Sénégal, 205 p.

Giovanetti M. et Mosse B. (1981). An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., 84:489-500.

Philipps J.M. et Hayman D.S. (1970). Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc., 55:158-161.

Sieverding E, 1991. Vesicular-arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Schritenreihe de GTZ 224 (Engl. rev. by K Mulhern).