

*PROJET CEE N°TS3-CT93-0220 (DG 12 HSMU)*

# **RACCOURCISSEMENT DU TEMPS DE JACHERE, BIODIVERSITE ET DEVELOPPEMENT DURABLE EN AFRIQUE CENTRALE (CAMEROUN) ET EN AFRIQUE DE L'OUEST (MALI, SENEGAL)**

Coordonnateur : C. Floret

## **Rapport final**

**Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération**

ORSTOM, France (contractant principal)

**Institut de Recherche Agronomique pour le Développement**

IRAD, Cameroun

**Institut d'Economie Rurale**

IER, Mali

**Institut Sénégalais de Recherche Agricole**

ISRA, Sénégal

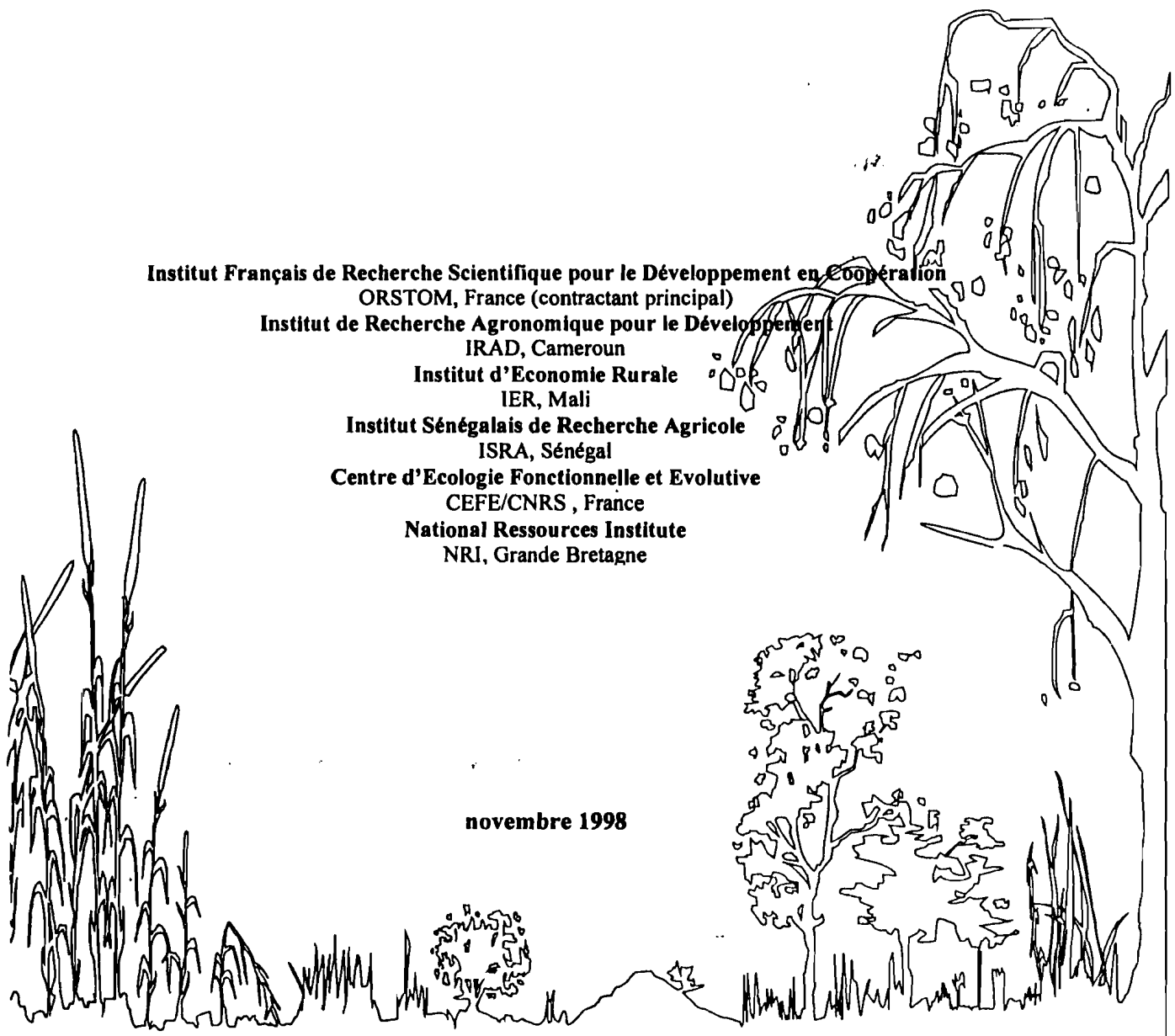
**Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive**

CEFE/CNRS, France

**National Resources Institute**

NRI, Grande Bretagne

novembre 1998



## 5.2 JACHERE ET MYCORHIZES

Daouda SIDIBE<sup>1</sup>, Harouna YOSSI<sup>1</sup>, Ngone FAYE<sup>2</sup>, Robin DUPONNOIS<sup>2</sup>, Amadou M. BÂ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IER Mali ; <sup>2</sup> ORSTOM, Sénégal. <sup>3</sup> ISRA/DRPF, Sénégal

### Introduction

L'activité microbienne doit être considérée comme une composante clé parmi celles qui confèrent la fertilité du sol i.e. la capacité d'un sol donné à supporter le développement et la nutrition des plantes (Barea, 1991). Il est largement reconnu que l'une des clés déterminantes de la capacité d'un système racinaire à acquérir les nutriments du sol est celle représentée par l'étendue avec laquelle il est symbiotiquement infecté par des champignons mycorhiziens appropriés. Les associations mycorhiziennes sont les voies normales par lesquelles la plupart des plantes réalisent l'absorption d'eau et d'éléments minéraux dans la nature (Oldeman, 1990 ; Munyanziza, 1994 ; Bâ & al., 1996) (Sidibe & Yossi, 1997).

Gange (1990) a montré que la réduction de l'infection mycorhizienne entraîne une réduction de la diversité floristique dans les écosystèmes, révélant ainsi l'intérêt des mycorhizes arbusculaires (MA) pour le maintien et la promotion de la biodiversité.

Les champignons mycorhiziens arbusculaires étant des agents symbiotiques obligatoires, il n'est pas surprenant que le système culture-jachère influence leur population. Des diminutions de la colonisation des champignons MA et de la densité de leurs propagules ont été interprétées comme le résultat de la mise en jachère (Balck & Tinker, 1979 ; Kucey & Paul, 1983 ; Harinikumar & Bagyaraj, 1988) et corrélées avec la déficience des plantes en P et Zn (Thompson & al, 1986 ; Thompson, 1987).

Quant au rôle des mycorhizes comme modificateurs de la fertilité du sol, l'un des indicateurs les plus précieux est l'estimation quantitative de l'étendue de l'hyphe externe évoluant dans le sol. Grâce à l'hyphe externe, les mycorhizes fonctionnent comme un supplément aux racines en augmentant le volume de sol qui serait normalement disponible pour l'extraction des éléments minéraux par les plantes (Struller, 1989). Les MA sont des agrégateurs efficaces du sol (Miller & Jastrow, 1992). Par conséquent, la gestion des champignons mycorhiziens peut être considérée comme une technique biologique pouvant servir pour l'amélioration de la structure du sol.

Les champignons responsables de la formation des mycorhizes à arbuscules et vésiculent appartiennent tous à la famille des endogonacées. Ces endogonacées parfois très abondantes dans le sol sont caractérisées par la présence de spores pouvant atteindre 50 à 400 microns (Durrieu, 1993). Etant donné que les spores sont d'importantes structures de dispersion et de résistance au stress, leur quantification est nécessaire pour comprendre la diversité et les dynamiques mycorhiziennes (David & al., 1986 ; Sidibe & Yossi, 1997).

### Effet de l'âge de la jachère sur le nombre de spores de champignons endomycorhiziens en zone soudanienne du Mali (D. Sidibe, H. Yossi)

Au Mali les sites de prélèvement sont situés dans des terroirs contrastés du point de vue de la pression anthropique et des conditions climatiques. Il s'agit des terroirs suivants :

N'Goukan : situé dans la zone agro-écologique du Moyen-Bani-Oriental (PIRT, 1986) dans le cercle de Koutiala dans la zone soudanienne Sud. Zone de culture cotonnière, la durée de la jachère y est en général assez courte.

Ouolodjedo : situé dans la zone agro-écologique du Moyen-Bani-occidental dans le cercle de Kati, zone de culture cotonnière, la durée de la jachère y est comprise entre 10 et 20 ans.

Lagassagou : situé dans la zone agro-écologique de la plaine du Gondo dans le cercle de Bankass, zone de culture céréalière, la durée de la jachère ne dépasse pas 5 ans.

Des prélèvements d'échantillons de sol ont été réalisés sur la couche 0-15 cm dans les champs et les jachères d'âges échelonnés (Tableau 5.2-1). Les prélèvements ont été faits en tenant compte de trois

situations dans les jachères à savoir: sous les arbres (Sa), sous les touffes (St), et zone sans végétation ligneuse (Tn). Un échantillon composite de 100 g a été constitué: 50 g pour l'extraction de spores et 50 g séchés à l'air libre en vue d'obtenir le poids sec du sol. Dans chaque situation un échantillon composite a été constitué sur la base de 3 prélèvements élémentaires.

**Tableau 5.2-1. Plan d'échantillonnage du sol (0-15 ans) des champs et jachères pour l'extraction de spores de champignons mycorhiziens**

Sites	Culture	Age jachère					
		3 ans	5 ans	10 ans	17 ans	20 ans	35 ans
Ouélodjedo	+		+		+		+
N'Goukan	+			+		+	
Lagassagou	+	+	+				

**Tableau 5.2-2. Nombre de spores par 100 g de sol sec en fonction de la durée de la jachère dans les trois terroirs villageois : Lagassagou, N'Goukan et Ouolodiédo**

Tec = Tous échantillons confondus; Sa = Sous arbres; Tn = Terrain sans végétation ligneuse; St = sous touffe

Type de parcelles	Lagassagou Tec	Ouolodiédo			N'Goukan		
		Sa	St	Tn	Sa	St	Tn
Culture	78	20	-	14	10	0	42
Jachère 3 ans	102						
Jachère 5 ans	110						
Jachère 6 ans					120	394	256
Jachère 10 ans		88	-	71			
Jachère 17 ans					372	190	240
Jachère 20 ans		156	-	96			
Jachère 35 ans					258	672	388

Le nombre de spores s'exprime en fonction du poids de 100 g de sol sec.

Les spores ont été extraites en utilisant la technique de centrifugation au saccharose (Allen *et al.*, 1979 ; Sidibé, 1993) et comptées à la loupe binoculaire sur boîte de Petri.

Nous n'avons pas encore eu la possibilité d'effectuer des tests statistiques sur nos résultats. Il s'agit donc ici d'une première interprétation qui doit être confirmée par la suite.

A Lagassagou, le nombre de spores augmente en fonction de l'âge de la jachère. Plus la jachère vieillit, plus le nombre de spores augmente.

A Ouélodjedo, le nombre de spores augmente en fonction de l'âge de la jachère. Dans ce site la tendance est que le nombre de spores est plus élevé sous les arbres que sur les zones sans végétation ligneuse.

A N'Goukan, le nombre total de spores augmente aussi en fonction du vieillissement de la jachère. En revanche le nombre de spores en zone sans végétation ligneuse est plus élevé dans les champs que sous les arbres. Cela peut être dû à la présence des pieds de coton (*Gossypium barbadense*) au moment de l'échantillonnage. Le coton est une plante fortement mycorhizée (Dhillion, comm. pers.).

Une comparaison entre les trois sites montre que le nombre total de spores est plus élevé à N'Goukan, suivi de Ouélodjedo et Lagassagou. Par contre, le nombre moyen de spores est plus élevé à N'Goukan, suivi de Lagassagou et de Ouélodjedo (Tableau 5.2-3). L'importance des mycorhizes dans les écosystèmes naturels varie en fonction de leurs propriétés pédologiques, des pratiques culturales, des saisons et de l'activité des autres micro-organismes associés (Black et Tinker, 1979 ; Diem *et al.*, 1981 ; Requena *et al.*, 1996 ; Diop, 1996).

En revanche le nombre de spores est plus élevé dans les champs à Lagassagou puis à Ouélodjedo. Le plus petit nombre de spores dans les champs se trouve à N'Goukan. La raison est sans doute l'incompatibilité entre une bonne mycorhization et une fertilisation élevée en phosphore et en azote.

Il semble que ce sont les doses de phosphore qui sont plus déterminantes dans l'établissement des mycorhizes (Krishna et. Bagyaraj, 1982). De même les pesticides et certains agents fumigants employés en agriculture pour éliminer les micro-organismes indésirables, agissent sur la mycorhization (Sieverding, 1991; Diop, 1996). Les résultats de notre étude confirment ce que disent ces auteurs, car c'est à Lagassagou que l'on trouve le plus grand nombre de spores dans les champs. L'utilisation d'engrais ou de pesticides y est quasi inexistante. Par contre à N'Goukan, le nombre de spores est très faible dans les champs et c'est dans ce terroir que l'agriculture est intensive avec une utilisation d'engrais, d'herbicides, d'insecticides, souvent très élevée.

**Tableau 5.2-3. Comparaison du nombre moyen de spores pour 100g de sol dans les champs et jachères dans les trois terroirs villageois : Lagassagou, N'Goukan et Ouolodjédo**

Sites	Moyenne	Standard deviation	Nombre d'échantillons	Somme
Lagassagou	97	17	9	290
Ouolodjedo	74	53	18	445
N'Goukan	245	195	36	2942

On note une influence positive de l'arbre et des touffes sur le nombre total de spores mycorhiziennes. On note aussi que le nombre de spores est plus faible dans la zone ayant une forte pression anthropique. Dans les champs, le nombre de spores est plus bas dans la zone où l'agriculture est totalement mécanisée et l'utilisation d'engrais, d'herbicides et d'insecticides fortes.

### Références citées

- BA, A. M., GUISSOU, T., DALPE, Y. 1996. Les glomales d'Acacia holosecea et d'Acacia mangium. Bois et Forêts des Tropiques 250 : 5-18.
- BAREA, J. M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. *Advances in Soil Science*, Volume 15. Springer-Verlag ; New York Inc.
- BLACK, R., TINKER, P. B. 1979. The development of endomycorrhizal root systems : Effect of agronomic factors and soil conditions on the development of vesicular arbuscular infection in barley and on the endophyte spore density. *New Phytol.* 83 : 401-413.
- DAVID, C. I., ALLEN, M. F. 1986. The effect of soil texture on extraction of vesicular arbuscular mycorrhizal fungal spores from the soil. *Mycologia*, 78(2) : 164-168.
- DIEM, H. G., GUEYE, I., GIANINAZZI-PEARSON, V., FORTIN, J.A. AND DOMMERGUES, Y.R. 1981. Ecology of mycorrhizae in the tropics: the semi-arid zone of Senegal. *Acta oecologica Oecologia Plantarum.* 2:53-52.
- DIOP, T. A. 1996. Les mycorhizes à vésicules et arbuscules. *Journal Faculté de Science (Dakar) BI* (2).
- DURRJEU, G. (1993). *Ecologie des champignons*. Collection d'Ecologie 23, Masson, Paris
- HARINIKUMAR, K.M., BAGYARAJ, D.J. 1988. Effect of crop rotation on native vesicular arbuscular mycorrhizal propagules in the soil. *Plant Soil* 110:77-80.
- KUCEY, R. M. N. AND PAUL, E.A. 1983 Vesicular-arbuscular mycorrhizal spore populations in various Saskatchewan soils and the effect of inoculation with *Glomus mosseae* on faba bean growth in greenhouse and field trials. *Can. Journal of. Soil Science* 63 : 87-95
- KRISHNA K. R. AND BAGYARAJ D. J. 1982. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza and soluble phosphate on *Abelmoschus esculentus* (L) Moensch. *Plant and Soil.* 64 : 209-13
- MILLER, R.M., JASTROW, J. D. 1992. The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. In 'Mycorrhizae in Sustainable Agriculture'. Bethlenfalvay, G.J. and Linderman, R.G. (ed.). American Society of Agronomy, Inc. Madisson, Wisconsin, USA.
- MUNYANZIZA, E. 1994. Miombo trees and mycorrhizae: Ecological strategies, a basis for afforestation. Ph. D thesis ; CIP-Data, Koninklijke Bibliotheek, La Haye, Pays-Bas.
- OLDEMAN, R. A. A. 1990. *Forest : Elements of Sylvology*. Springer-Verlag, Heidelberg. 624 pp.
- PIRT, 1986. *Zonage agro-écologique du Mali*. Tome 1. Institut National de la Recherche zootechnique, Forestière et Hydrobiologique, Sotuba, Mali.
- REQUENA, N., JEFRIES, P., BAREA, J. M. 1996. Assessment of natural mycorrhizal potential in a desertified semi arid ecosystem. *Applied and Environmental Microbiology.* 62: 842-847
- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-arbuscular Mycorrhiza management in tropical ecosystems. Technical cooperation, Eschborn : Germany.
- STRULLU, D.G. 1989. Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées. *Technique et Documentation- Lavoisier*, Paris.
- THOMPSON, J. P., CLEWET, T. J., FISKE, M. L. AND LISTER, P.E. 1986. Mycorrhiza research. Role of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) in fallow disorder. p. 35-46. Queensland Wheat Res. Inst. Biennial Rep. for 1982-1984. Queensland Dep. of Primary Industries, Toowoomba, Australia.
- THOMPSON, J.P. 1987. Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizae in long fallow disorder of field crops and its expression in phosphorus deficiency of sunflower. *Australian Journal of Agricultural Research.* 38 : 847-867.

## Influence du temps de jachère sur le développement des populations de champignons endomycorhiziens au Sénégal (N. Faye, R. Duponnois & A. M. Bâ).

Au Sénégal, l'étude des potentiels infectieux mycorhizogènes de différents sols de jachère est étudié à Thyssé Kaymor

Le dénombrement des spores a été réalisé au niveau de 3 transects tracés dans des parcelles de jachère d'âges différents et anthropisées (Tableau 5.2.-4). L'extraction des spores a été effectuée sur 16 échantillons de sol par transect en utilisant la technique de Gerdemann & Nicholson (1963), technique combinant la décantation partielle et le tamisage humide du surnageant.

**Tableau 5.2-4: Transects où ont été réalisés les extraction de spores.**

Intitulé transect	Age jachère	Nbre d'échantillons
P1T1	3	16
P3T5	9	16
P4T8	19	16

Tous les échantillons de sol ont révélés la présence de 4 grands types de spores :

- Type blanc : les spores sont de couleur blanc crèmeux à jaune pâle. Elles sont de forme sphérique avec un diamètre inférieur à 400 µm. Ce type de spores peut être attribué à *Scutellospora verrucosa*
- Type noir : Les spores sont de couleur noire, sphérique avec un diamètre inférieur à 0,5 mm. Une cellule sporogène est présente à la base de la spore. Ce type de spores peut être attribué à *Scutellospora* sp. (aff. *gregaria*).
- Type brun petit. Les spores sont de couleur marron à marron foncé, sphériques avec un diamètre d'environ 100 µm. Ce type de spores a été attribué au genre *Glomus*.
- Autres types. Ce groupe contient toutes les spores qui n'ont pu être déterminées.

Les observations indiquent que le genre *Glomus* est le plus représenté dans les sols des 3 parcelles étudiées 93% en moyenne de la population totale de spores (Tableau 5.2.-5). Le nombre de spores ne varie pas significativement entre les différents transects. Cette importante représentation du genre *Glomus* corrobore les résultats obtenus au Cameroun (Musoko et al., 1994), au Sénégal (Diop et al., 1994), au Nigeria (Redhead, 1977) et au Burkina Faso (Bâ et al., 1996).

**Tableau 5.2-5: Nombre de spores de champignons endomycorhiziens dans les différentes parcelles par unité de sol (100 g)**

\*: les valeurs d'une même colonne suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après l'analyse de variance à un facteur contrôlé (P<0,05).

Age jachère	Type blanc	Type noir	<i>Glomus</i> spp.	Autres types	Spores tot.
3 ans	12,3 a*	21,7 a	366 a	7 a	407 a
9 ans	9,8 a	15,7 b	337 a	1,5 b	364 a
19 ans	1,6 b	5,6 c	312 a	1 b	320 a

Les 2 autres types déterminés sont représentés par le genre *Scutellospora* qui représente environ 6% de la population totale. Contrairement au genre *Glomus*, le nombre de spores est corrélé négativement avec l'âge de la jachère (Tableau 5.2.-6). Le même phénomène est observé avec toutes les autres spores non déterminées.

Tableau 5.2-6 : Régressions entre l'âge de la jachère et le nombre de spores par unité de sol. \*\*: significatif au seuil de 1%. (-): régression négative.

Type Blanc	Type noir	Glomus spp.	Autres types	Spores tot.
- **	- **	0	- **	0

### Conclusion

Les résultats obtenus au Sénégal ne vérifient pas ceux obtenus par Sidibé & Yossi (1997) au Mali où une influence positive de l'âge de la jachère sur le nombre total de spores mycorrhiziennes par unité de sol a été observée.

Toutefois ces résultats ne donnent pas d'informations sur l'efficacité de ces différents groupes au niveau de leur impact sur la croissance de la plante culture qui suit la jachère (Ex : mil). Cet aspect est actuellement en cours d'étude en mesurant les potentiels mycorrhiziens de parcelles de jachère d'âges différents.

Au Mali également Dhillion (1997) a montré que l'âge de la jachère est positivement corrélé avec le nombre d'activités fonctionnelles microbiennes. Il n'a pas été noté de différences significatives au niveau des indices de diversité fonctionnelle (richesse, équitabilité, diversité) entre champs cultivés et jachères de un an alors que le sol des jachères de 3 ans est significativement différent de celui de la plus jeune et de la plus vieille jachères, avec des valeurs intermédiaires. Il a relevé que certains groupes de constituants expliquent bien les types de changements observés dans le sol, comme les acides aminés qui séparent bien les sites dans une ACP. En outre, plusieurs éléments nutritifs inorganiques du sol, la matière organique, la biomasse microbienne en carbone, la longueur des hyphes, le nombre de spores mycorrhiziennes, l'activité enzymatique, et la densité des espèces pérennes (ligneuses et herbacées), ont des relations (liaisons) positives avec l'augmentation de l'âge de la jachère. L'auteur attribue ces relations à des différences de disponibilité des ressources le long de la chronoséquence de la jachère. Les données recueillies laissent à penser que plusieurs propriétés du sol, biotiques en particulier, sont rehaussées avec l'âge de la jachère via plusieurs mécanismes possibles déclenchés par l'installation d'espèces pérennes et les interactions des intrants, probablement via les racines, avec le biota et les éléments nutritifs du sol.

### Références citées

- BA, A.M., DALPE, Y. & GUISSOU, T. 1996. Les Glomales d'*Acacia holosericea* et d'*Acacia mangium*. Bois et Forêts des Tropiques, 250: 5-17.
- DIOP, T., GUEYE, M., DREYFUS, B., PLENCHETTE, C. & STRULLU, D.G. 1994. Indigenous arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Acacia albida* Del. in different areas of Senegal. Appl. Env. Microbiol., 60: 3433-3436.
- DHILLION S.S. 1997. Fallow age influences plant functional groups, microbial functional abilities and soil properties. in H.Insam and A.Ranggers(eds). Microbial communities versus functional diversity in terrestrial community. Springer Verlag.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., 46: 235-244.
- MUSOKO, M., LAST, F.T. & MASON, P.A. 1994. Populations of spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in undisturbed soils of secondary semideciduous moist tropical forest in Cameroon. For. Ecol. Manag., 63: 359-377.
- REDHEAD, J.F. 1977. Endotrophic mycorrhizas in Nigeria: species of the endogonaceae and their distribution. Trans. Br. Mycol. Soc., 69: 275-280.
- SIDIBE, D.K. & YOSSE, H. 1997. Effet de l'âge de la jachère sur le nombre de spores de champignons endomycorhiziens en zone soudanaise du Mali. 7 p.