

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	7
Introduction.....	8
Chapitre 1 : Etat des connaissances sur le bambou et la symbiose.....	9
mycorhizienne	
1-1 Le bambou.....	9
1-1-1 Systématique.....	9
1-1-2 Distribution géographique.....	10
1-1-3 Biologie.....	10
1-1-4 Ecologie.....	12
1-1-5 Usages du bambou.....	13
1-2 Les mycorhizes.....	16
1-2-1 Définitions.....	16
1-2-2 Les différents types de mycorhizes.....	17
- Les ectomycorhizes.....	17
- Les endomycorhizes.....	18
1-2-3 Partenaires des endomycorhizes.....	18
1-2-4 Ecologie des champignons mycorhiziens arbusculaires.....	19
1-2-5 Etablissement de la symbiose.....	20
1-2-6 Bénéfices de la symbiose mycorhizienne.....	21
1-2-7 Influence des facteurs du milieu sur la mycorhization.....	22
Chapitre 2 : Matériel et méthodes.....	23
2-1 Cadre d'étude.....	23
2-2 Méthodes utilisées.....	25
2-2-1 Prélèvement des sols.....	25
2-2-2 Dénombrement des racinaire.....	25
2-2-3 Infection endomycorhizienne.....	26
2-2-4 Dénombrement des spores.....	27
2-2-5 Recouvrement des ligneux.....	27
2-2-6 Traitement des données.....	28

Chapitre 3 : Résultats	28
3-1 Concentration racinaire	28
3-2 Infection endomycorhizienne	30
3-3 Nombre de spores	32
3-4 Recouvrement des ligneux	35
Chapitre 4 : Discussion et Conclusion	40
4-1 Distribution racinaire de <i>Oxytenanthera abyssinica</i>	40
4-2 Infection endomycorhizienne des racines de <i>Oxytenanthera abyssinica</i>	41
4-3 Distribution des spores	42
4-4 Recouvrement des ligneux	43
Chapitre 6 : Perspectives de recherche	44
Références bibliographiques	45
Annexes	56

Introduction

L'agriculture extensive et la surexploitation des ressources forestières en milieu rural ont conduit à la dégradation des forêts. Cette situation a entraîné la disparition d'espèces forestières occasionnant la perte de la biodiversité, la mise à nu des sols qui favorise leur érosion entraînant une baisse de la fertilité et une chute des rendements de la production agricole.

En milieu périurbain, la déforestation liée à la démographie galopante entraîne la perte de poumons verts qui atténuent la pollution industrielle. La conséquence de cette situation est l'augmentation des risques de maladies respiratoires et cardiovasculaires chez les citoyens.

L'homme s'approvisionne en viande, lait, fibres, énergies et autres produits à partir des herbivores qui se nourrissent des produits des déserts, des savanes et des prairies. (Child *et al*, 1984). Les végétaux ligneux peuvent avoir des rôles variés de service. Parmi les services les plus importants figurent celui d'abri contre le vent et le soleil, et celui de clôture (Baumer, 1997). Les arbres interceptent jusqu'à 18% des précipitations qui tombent sur les feuilles larges surtout si elle sont peu intenses (Prebble *et al*, 1980). Aussi, Mott *et al* (1985) en concluent que cela s'ajoute à l'augmentation du ruissellement sous le houppier dû à la rareté de la couverture herbacée, et réduit l'infiltration de l'eau. Sous les arbres, le sol contient des taux élevés en matière organiques et en matières minérales ; l'horizon supérieur est plus riche et les températures maximales plus basses, aussi la germination est-elle favorisée et beaucoup d'espèces herbacées survivent mieux qu'en plein découvert (Baumer, 1997).

Le bambou du Sénégal représenté par l'espèce *Oxytenanthera abyssinica* (A. RICH) MUNRO est l'objet d'une exploitation abusive à cause des nombreux services qu'il procure aux populations rurales. Dans les villages limitrophes du Parc National de Niokolo-Koba, les retombées financières issues de l'exploitation du bambou occupent la 4^{ème} place après le mil, le bétail et l'arachide (De Merlier, 1998). Dans la forêt de Dabo, le taux de rentabilité financière du bambou serait de 36% (Thiam, 1992). La surexploitation du bambou ajoutée au déficit pluviométrique contribue fortement à sa dégradation. L'intensité de cette dégradation est croissante en allant du département de Kédougou à celui de Sédhiou. Elle est proportionnelle à la pression anthropique (coupe, broutage, feux) et inversement proportionnelle à la pluviométrie. Pour lutter contre cette dégradation des populations de

bambou , l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) a lancé un vaste programme de recherche visant à mieux gérer et à restaurer celles de la région de Kolda . Pour cela , il faut connaître d'abord la nature et la structure de la population de bambou . Diverses activités ont été retenues dans le cadre de ce programme, parmi lesquelles la caractérisation biopédologique des sites visités. Les champignons endomycorhiziens un rôle important dans l'établissement et la croissance des espèces forestières des zones dégradées. En effet la majorité des plantes ont besoin de s'associer aux champignons mycorhiziens arbusculaires pour une absorption efficace des éléments nutritifs et de l'eau du sol pour maintenir leur croissance (Le Tacon *et al*, 1987).

L'objectif de ce travail est d'étudier :

- la distribution des champignons endomycorhiziens dans la rhizosphère de *O. abyssinica*.
- La distribution des racines de *O. abyssinica*
- La population de sopro dans la rhizosphère de *O. abyssinica*
- Le recouvrement des ligneux dans les sites où poussent le bambou.

Chapitre 1 : Etat des connaissances sur le bambou et la symbiose mycorhizienne

1-1 Le Bambou

1-1-1 Systématique

Le bambou est une plante qui appartient à l'embranchement des Spermaphytes, au sous embranchement des Angiospermes , à la classe des Moncotyledones. Selon Cronquist (1891) le bambou appartient à l'ordre des Cypéales tandisque Hutchinson *et al* (1968) classent la plante dans l'ordre des graminales. Le bambou appartient à la famille des Poacées , c'est une plante à tige ligneuse et qui a l'apparence d'un arbre. Il existe 1500 espèces de bambou appartenant à 87 genres (Ohrnberger, 1999). Au Sénégal, le genre *Oxytenanthera* a une seule espèce selon Adam (1971).

1-1-2 Distribution géographique

Le bambou a fait son apparition il y a 200 millions d'années à l'époque des dinosaures (Anonyme 2003a). Le bambou pousse aujourd'hui dans les zones tropicales , subtropicales et tempérées de toutes les régions du monde , à l'exclusion de l'Europe et de l'Asie occidentale.

Il existe environ 40 espèces de bambou en Afrique appartenant aux genres *Arundinaria* , *Oxytenanthera* , *Oreobambusa* et *Bambusa* qui sont les plus importants du point de vue économique. *Arundinaria alpina* et *O. abyssinica* sont les espèces les plus répandues à travers le continent. *O. abyssinica* qui a une aire de distribution plus vaste que celle de *A. alpina* occupe le sous-bois dans des formations dominées par les Combrétacées et les Légumineuses (Séné , 1998).

Au Sénégal , *O. abyssinica* se rencontre principalement dans les régions du sud du pays , à Tambacounda et à Kolda. Ba *et al* (1997) ont identifié la présence du bambou dans toutes les végétations du parc de Niokolo-Koba à l'exception des prairies marécageuses. Boudet (1970) a classé beaucoup de zones en Casamance , dont la zone des Kalounayes , comme étant des zones à bambou. De Wolf et Van Damme (1989) ont réalisé une étude phytosociologique dans les formations à bambou au sud du Sénégal. Ils ont distingué deux types de formation. La savane à *Oxytenanthera abyssinica* qui se caractérise par une abondance plus faible de bambou (entre 15 et 25% de la végétation totale). C'est une savane ayant du bambou dans le sous bois , sans que les touffes ne soient jointives et sans qu'elles ne deviennent dominantes. Ils ont aussi décrit les bambousaies caractérisées par une dominance de *Oxytenanthera abyssinica* (plus de 26% de la végétation totale ; souvent entre 35 et 60%) dont les touffes sont jointives et forment des peuplements denses.

1-1-3 Biologie

Le développement du bambou commence par un rhizome à partir duquel apparaissent les racines et la tige. Ce rhizome stocke les réserves nécessaires à la croissance des turions ou pousses , qui sont protégées au cours de leur croissance par des écailles imbriquées appelées gaines. La tige principale ou chaume est aussi appelée canne (Anonyme , 2003b). La forme et la taille des feuilles varient selon les espèces. Chez *O. abyssinica*, elles sont lancéolées mesurant 5 à 25 cm de long et 10 à 30 mm de large. L'apex des feuilles est atténué et dur.

En considérant la forme des rhizomes , les bambous sont classés en deux groupes : les rhizomes pachymorphes et les rhizomes leptomorphes . Les rhizomes pachymorphes sont munis d'yeux qui émettent d'autres rhizomes qui se propagent pas trop loin et forment une touffe épaisse. Les rhizomes pachymorphes sont généralement plus épais que les chaumes tandis que les rhizomes leptomorphes sont plus minces que les chaumes et poussent toujours à l'horizontal. La structure des rhizomes leptomorphes est identique à celle des chaumes. Ce sont des rhizomes minces , cylindriques à subcylindriques longs. On peut aussi classer les bambous en deux groupes , selon que le rhizome est cespieux ou traçant. Les bambous à rhizome cespieux sont typiquement tropicaux et subtropicaux. L'espèce *Fargesia spp* ou bambou du Panda est une exception des bambous à rhizome cespieux , car pouvant résister à des températures de -25°F (Diver , 2001). Les bambous à rhizome traçant parmi lesquels on trouve le genre le plus commun des régions tempérées, *Phyllostachys*, peuvent parfois résister à des températures d'hiver comprises entre -10° et $+15^{\circ}$ F. *O. abyssinica* est un bambou à rhizome cespieux

De toutes les plantes de la planète , le bambou est certainement celle qui a la croissance la plus rapide. La plante croît entre 75 et 400mm par jour , le record de 1.2m en 24 heures étant détenu par *Phyllostachis eludis* au Japon (Kumar et Sartry, 1999). Les espèces importantes du point de vue commercial atteignent leur maturité en quatre à cinq mois. Des récoltes sont ensuite possibles tous les deux ans , pendant 120 ans pour certaines espèces , indéfiniment pour d'autres. Le bambou est également au premier plan pour la production de biomasse , puisqu'il fournit jusqu'à 40 tonnes par hectare et par an dans les populations sous aménagement. La tige du bambou qui est la partie la plus importante du point de vue économique peut atteindre et dépasser 40m chez certaines espèces en trois mois environ.

Le bambou est une plante monocarpique. Son cycle de floraison varie selon les espèces. Selon Hassan (1988) , le cycle de floraison de *O. abyssinica* est de 7 à 21 ans. Gaur (1985) donne un cycle de floraison de 30 ans pour l'espèce. Adams (1968) note une floraison puis une fructification du bambou dans le parc de Niokolo-Koba après une longue période de végétation (7 ans environ) , après quoi la plante meurt. La mort de la plante serait due à un délai court ne permettant pas à la plante de reconstituer ses réserves après la production de graines (Crouzet, 1981). Après la disparition des bambousaies de la région de Kolda , De Merlier (1998) , constate une nouvelle dynamique de régénération naturelle dans les forêts classées de Dabo et Mahou.

Les inflorescences de *O. abyssinica* sont en capitules denses sur les rameaux verticillées et en glomérules sur les nœuds des chaumes fertiles généralement distincts des chaumes feuillés. Les épillets sont étroitement lancéolés , longuement acuminés au sommet , long de 15 à 40 mm avec 1 à 4 fleurs fortement imbriquées. La fleur comprend 1 à 3 glumes , la glume inférieure est généralement plus courtes. Les fleurs sont hétéromorphes , les fleurs inférieures sont réduites à une lemme , les fleurs supérieures sont complètes et hermaphrodites (Vaden Berghen , 1991). Le fruit est une caryopse qui assure la reproduction par semis.

Chez le bambou , la floraison grégaire n'affecte la plante que lorsque la totalité des bourgeons se transforment en fleurs et que les feuilles tombent. Chez *Phyllostachys elegans* , tous les sujets fleurissent chaque année sans que la plante en souffre. Chez cette espèce , les fleurs n'apparaissent que sur certaines ramifications qui gardent leurs feuilles. Après une floraison grégaire , si on coupe les chaumes au ras du sol et qu'on apporte à la plante tous les soins nécessaires (fertilisation , arrosage) , cela peut l'aider à se reconstituer. Outre la reproduction sexuée , le bambou se reproduit aussi par régénération naturelle. . Des expériences de culture *in vitro* ont permis d'obtenir des plants de *O. abyssinica* à partir de semis (Ndiaye 2006).

1-1-4 Ecologie

Le bambou tolère une vaste gamme de sols (depuis les sols pauvres en matière organique jusqu'aux sols riches en minéraux) et les conditions d'humidité les plus diverses (de la sécheresse aux inondations). Dans la plupart des pays africains , *O. abyssinica* se développe dans des conditions sub-humides à humides avec une pluviosité comprise entre 800 et 1700mm (Sène , 1998). L'espèce supporte une longue saison sèche et s'accommode de sols secs , superficiels et ferrugineux. Les formations les plus vigoureuses se trouvent dans les vallées à sols profonds avec une humidité élevée.

1-1-5 Les usages du bambou

Le bambou présente trois principaux usages : usage domestique à proximité des champs (McClure, 1957) ; production commerciale (Ohrnberger, 1999) ; le bambou est aussi utilisé comme plante ornementale, de protection des sols et de conservation d'espèces pour les spécimens les plus rares (Blethen et Carol, 1999). Le chaume du bambou est utilisé pour confectionner des crintings pour la clôture des maisons, des nasses pour la pêche

artisanale, des meubles. Dans les régions du monde où la terre est sujette à des tremblements fréquents, le chaume du bambou est un matériel de choix pour la construction des maisons. Il est bien adapté à ces régions car en plus de sa légèreté, le chaume du bambou présente des modules d'élasticité (9000 à 10100 N/mm²) et de rupture (84 à 120 N/mm²) élevées. Le bambou a une résistance à la traction plus grande que celle de l'acier.

Le bambou présente des vertus culinaires. Les jeunes pousses sont comestibles et riches en éléments nutritifs. Ils peuvent contenir jusqu'à 17 acides aminés dont les plus importants sont la saccharopine, l'acide aspartique et l'acide glutamique. L'acide glutamique intervient dans les processus de synthèse protéinique et participe au métabolisme énergétique en particulier celui du muscle squelettique et du tissu nerveux (Vidal, 2002). La quantité de protéine contenue dans les pousses de *Phyllostachys pubescens* est supérieure à celle que l'on peut trouver dans n'importe quelle autre plante (Turtle et Sue, 1995). Le bambou constitue un fourrage pour les animaux (FAO, 1978).

Utilisation du bambou en Chine



Photo n°1 : Poubelle publique



Photo n°2 : Tableau d'information dans un lieu public



Photo n°3 : Balai



Photo n°4 : Panneau de signalisation dans un parc

D'après photos Ousmane DIAGNE

Utilisation du Bambou au Sénégal



Photo n°5 : Clôture en chaumes de bambou pour Les champs Photo n°6 : Cratins pour clôtures

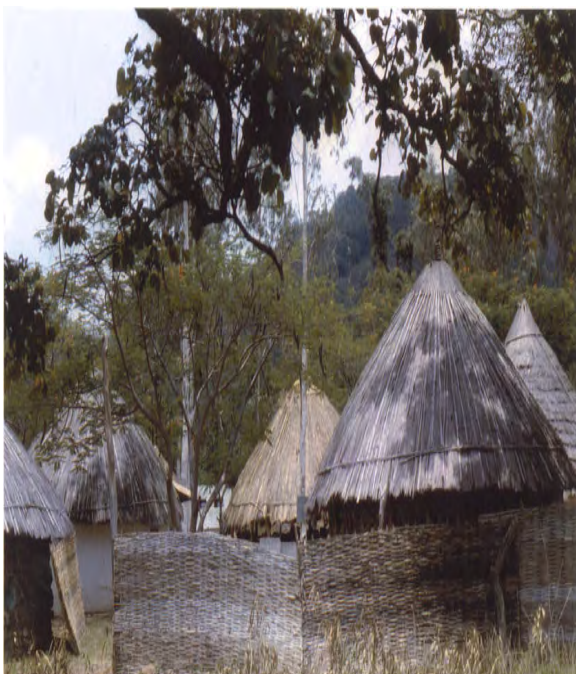


Photo n°7 : Cases et clôtures en bambou Photo n°8 : Lit en bambou

D'après photos Ousmane DIAGNE

Du point de vue médical , l'exudat des nœuds du chaume de bambou possède des propriétés reminéralisantes et stimulatrices de la synthèse de collagène avec pour effet d'augmenter la résistance des tissus conjonctifs et de prévenir ou guérir les processus dégénératifs articulaires (arthrose). Cet exudat est riche en matières minérales avec une importante teneur en silice (Anonyme , 2003c).

Le bambou est une plante qui s'adapte facilement à son environnement. Cette caractéristique fait du bambou une plante précieuse pour la remise en état et la régénération des terres dégradées. Le bambou possède un vaste système racinaire. Certaines espèces produisent un réseau de rhizomes qui peut couvrir 1000m² (Kumar et Sastry , 1999) . Une plante de bambou fixe 6m³ de sol. L'efficacité de la plante pour protéger les berges des fleuves et les pentes des collines est attestée par plusieurs études (Chen et Chia , 1988). Le feuillage touffu du bambou contribue à ralentir l'action destructrice des pluies tropicales sur la couche superficielle du sol. Les feuilles tombées qui forment un tapis d'environ 10 cm d'épaisseur , aident aussi à amortir l'impact de la pluie sur le sol et facilitent l'absorption et la rétention d'eau de la terre. Dans de nombreuses régions , le bambou prolifère dans des zones exposées qu'il protège et favorise des microclimats propices à la régénération des forêts tropicales.

Le bambou est utilisé en agroforesterie dans la culture associée , l'établissement de haie vive (Diver , 2001). Le bambou joue un rôle important dans la lutte contre la pollution par la séquestration du carbone. La plante peut séquestrer le carbone à un taux de 50% de son poids sec (Anonyme 2007).

1-2 Les mycorhizes

1-2-1 Définitions

Une symbiose est une interaction à bénéfices partagés entre des organismes vivants. Il existe différents types de symbiose comme celle entre les bactéries comme le *Rhizobium* et les légumineuses , les actinomycètes comme le genre *Frankia* et les plantes actinorhiziennes (*Casuarina*) et entre les champignons et les végétaux.

Le terme mycorhize est utilisé pour décrire la symbiose mutuelle entre certains champignons et les racines des plantes. Les partenaires de la symbiose mycorhizienne sont

des champignons du groupe des Ascomycètes , des Basidiomycètes et des Zygomycètes. Il s'associent à la plupart des plantes vasculaires (Harley et Smith, 1983 ; Kendrich, 1985). Le terme de mycorhize a été utilisé pour la première fois par le phytopathologiste allemand Frank en 1885. Cette association est le résultat d'une longue évolution datant de l'apparition des plantes terrestres. La symbiose mycorhizienne est cosmopolite et intéresse la majorité des plantes , si bien que dans le règne végétal , l'état de mycorhization est la règle (Plenchette *et al* 1987). Il existe un petit nombre de familles telles que les Cruciféracées , les Chénopodiacées , les Polygonacées , les Cypéracées et Joncacées qui échappent à cette règle.

1-2-2 Les différents types de mycorhize

Il existe différents types de mycorhizes : les ectendomycorhizes , les ectomycorhizes et les endomycorhizes. Les deux derniers types sont les mieux connus. Dans ces deux cas , la symbiose est obligatoire pour les deux partenaires : sans elle , la plante est incapable d'extraire efficacement l'eau et les éléments minéraux du sol , et le champignon est incapable de fructifier et surtout de se procurer des substances organiques.

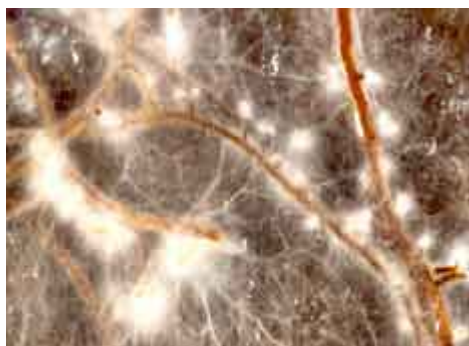


Photo n°9 : Ectomycorhizes d'arbres forestiers

Source : www.montpellier.inra.fr



Photo n° 10 : Racines de *Prunus mahaleb*

endomycorhizées

Source : www.robinpepinieres.com

- Les ectomycorhizes

Elles sont rencontrées principalement chez les plantes ligneuses dont beaucoup d'arbres forestiers qui ont une importance économique et qui font l'objet d'une sylviculture. On peut

citer les familles suivantes : les Bétulacées , les Caesalpiniacées , les Casuarinacées , les Fabacées , les Tiliacées. Les partenaires fongiques appartiennent à la famille des Ascomycètes , des Basidiomycètes et dans une moindre mesure à celle des Zygomycètes (Miller, 1982). Les Ascomycètes forment des carpophores souterrains ou aériens. L'exemple le plus marquant est celui des truffes. Les Basidiomycètes sont des champignons à carpophores dont certains comme les cèpes sont comestibles.

Du point de vue anatomique , les structures des ectomycorhizes sont visibles à l'œil nu. Les champignons forment dans le sol des hyphes mycéliennes qui entourent complètement les racines latérales pour former le manteau fongique. De ce manteau partent des hyphes extramatriciales qui augmentent le volume de sol exploré par les hyphes. Ces dernières pénètrent entre les cellules du cortex pour former le réseau de Hartig. C'est au niveau du réseau de Hartig que se font les échanges bidirectionnels entre les deux partenaires de la symbiose (Lewis, 1985). Certains champignons impliqués dans la symbiose ectomycorhizienne présentent une spécificité d'hôtes. Ils ne peuvent contracter une association symbiotique qu'avec certains genres (Duddridge, 1987).

- Les endomycorhizes

Dans la symbiose endomycorhizienne le champignon se développe au niveau du cortex racinaire et pénètre à l'intérieur des cellules (Dommergues et Diem 1982). Les champignons mycorhiziens arbusculaires prédominent dans les sols tropicaux , associés à une large gamme d'espèces hôtes et peuvent générer des bénéfices substantiels pour la croissance des arbres (Wilson *et al*, 1991 ; Michelsen, 1993) et des cultures annuelles (Sieverding, 1991). Dans les systèmes agroforestiers , les mycorhizes des arbres peuvent ainsi être une source supplémentaire de bénéfices en préservant l'activité des propagules mycorhiziens dans le sol. Ces propagules peuvent coloniser rapidement le système racinaire des cultures en croissance.

1-2-3 Les partenaires des endomycorhizes

Les Zygomycètes , champignons inférieurs , sont les plus connus dans la symbiose endomycorhizienne. Ils forment des vésicules et des arbuscules à l'intérieur des racines infectées, d'où leur nom de champignons arbusculaires mycorhiziens (CAM). Les

Ascomycètes et les Basidiomycètes sont aussi impliqués dans la symbiose endomycorhizienne. Les Ascomycètes forment des mycorhizes ericoïdes avec les Ericacées tandis que les Basidiomycètes forment des mycorhizes orchidoïdes avec les Orchidés. Les Zygomycètes ont été regroupés en un ordre, les Glomales (Morton et Benny, 1990). Cet ordre comprend toutes les espèces capables de vivre en symbiose avec les plantes. L'essentiel des espèces connues appartiennent à la famille des Glomacées (Pirozynski et Dalpé, 1989) constituée par les genres *Glomus* et *Sclérocystis*. L'ensemble des champignons arbusculaires mycorhiziens compte actuellement environ 160 espèces distribuées en six genres et trois familles, avec une répartition géographique mondiale (Dalpé, 1997). Pratiquement tous les végétaux forment des endomycorhizes. De nombreux travaux ont montré que les endomycorhizes à vésicules et arbuscules sont les plus répandues dans les écosystèmes naturels et les cultures. Högborg (1986) a échantillonné 47 espèces d'arbres et d'arbustes dans la forêt tanzanienne, dont 40 sont endomycorhizées. Dans les régions semi-arides indiennes, à l'exception des espèces de la famille des Chénopodiacées des Cypéracées, tous les taxa étudiés, forment des endomycorhizes à vésicules et arbuscules (Mukerji et Kappor, 1986).

1-2-4 Ecologie des champignons mycorhiziens arbusculaires

Plus de 95 pour cent des essences forestières tropicales seraient endomycorhizées (Redhead, 1980). Les champignons mycorhiziens arbusculaires sont des symbiotes obligatoires et ne peuvent croître qu'en présence d'une plante hôte. On trouve leurs propagules dans différents types de sol. Diagne *et al* (2001) ont étudié leur distribution dans un sol agroforestier du Sénégal. Cette étude a montré que la forte concentration de spores dans ce sol est un bon indicateur de son potentiel infectieux mycorhizien. Boher *et al* (2004) ont trouvé des champignons endomycorhiziens dans des écosystèmes humides (marais et maraîchages) et ont noté que leur dynamique dépendait de la phénologie des plantes-hôtes. Leur propagation nécessite l'utilisation de cultures en pots effectuées soit en serre soit en chambre de croissance. Une méthode de culture *in vitro* sur racines excisées a été mise au point pour remédier à cette barrière, mais seulement une demi-douzaine de souches sont actuellement disponibles en culture axénique (Dalpé, 1997). Des expériences de cocultures en conditions axéniques de *Gigaspora margarita* avec des racines de carottes transformées par *Agrobacterium rhizogenes* ont permis l'obtention d'une importante biomasse racinaire,

d'une dissémination du champignon avec des infections typiques et de nombreuses spores néoformées et variables (Diop *et al*, 1992). Cette méthode de coculture est prometteuse pour le développement des études de biodiversité , de taxonomie , d'ontogénie des spores , de vérification du potentiel mycorhizien des souches isolées et de production d'inocula.

Les relations entre les champignons mycorhiziens arbusculaires et leur hôtes sont non spécifiques , et cette symbiose se rencontre dans divers écosystèmes , sous diverses conditions édaphiques (Smith et Gianinazzi-Pearson, 1988). Une même espèce de champignon peut coloniser plusieurs espèces de plante. Cependant le pourcentage de l'infection mycorhizienne et le degré de dépendence de la plante vis à vis de l'infection diffèrent d'une espèce à l'autre (Pavan Kumar *et al*, 2000). Les variations de pourcentage d'infection peuvent être attribuées aux conditions édaphiques , à l'âge de la plante ou à l'efficacité de l'espèce de champignon.

1-2-5 Etablissement de la symbiose

L'initiation de l'infection a lieu à partir de spores , de vésicules ou de fragments de racines mycorhizées (Biermann et Lindermann, 1983). Des phénomènes de reconnaissance se produisent entre les deux partenaires , et le premier signe visible de l'infection est la formation d'opressoria à la surface de la racine (Gianinazzi-Pearson, 1984 ; Harley et Smith, 1983). Les points de pénétration se situent en arrière de la zone d'élongation. Dans les tissus du cortex racinaire , les hyphes mycéliennes passent de cellules en cellules et progressent ainsi dans les méats. Elles développent entre les cellules et dans les cellules des arbuscules. Les vésicules se forment tard dans la maturation de l'infection. En même temps que l'infection se propage à l'intérieur de la racine , des hyphes extramatriciales se développent dans le sol. La phase intraradicale de l'infection est morphologiquement complexe , les modalités de l'infection varient et dépendent du champignon ou de la plante hôte (Bofante-Fassolo *et al*, 1986). De plus , la distribution du complexe mycélien à l'intérieur des racines et la nature des interfaces qui se forment durant les interactions cellulaires sont largement conditionnées par les types de tissus colonisés (Gianinazzi-Pearson et Gianinazzi, 1987).

Des modifications physiologiques s'opèrent durant l'infection endomycorhizienne. La membrane plasmique de l'hôte et les parois du champignon sont séparés par du matériel issu

de l'hôte (Bofante-fassolo, 1984). Dans les cellules de l'hôte , le contenu cytoplasmique varie peu et l'activité ATPasique est faible ou absente au niveau de l'interface. Cette activité ATPasique est plus élevée au niveau de la membrane des hyphes intracellulaires. La propagation de l'infection dans le parenchyme cortical s'accompagne de la formation d'arbuscules à l'intérieur des cellules. Les bases moléculaires de la formation des vésicules sont peu connues. Elles jouent un rôle fondamental dans la morphologie de la symbiose. Leur formation crée une large surface de contact entre les cellules de la plante et celles du champignon. La formation de cette surface de contact est due à la prolifération de la membrane plasmique des cellules hôte autour des fines ramifications des hyphes.

1-2-6 Les bénéfices de la symbiose mycorhizienne

Par les hyphes extraradicales, les racines des plantes mycorhizées explorent un volume de sol important, ceci améliore la nutrition hydrominérale des plantes. Ainsi, une plante mycorhizée croît davantage , fructifie abondamment et s'adapte mieux à son environnement. Elle acquiert ainsi une protection accrue contre les stress environnementaux , notamment la sécheresse (Subramanian *et al*, 1995) , le froid (Charest *et al*, 1993 ; Paradis *et al*, 1995) , la salinité élevée (Davis et Young, 1985) et la pollution (Leyval *et al*, 1994 ; Schetty *et al*, 1995). De plus , la symbiose tend à réduire l'incidence des maladies radiculaires et minimise l'effet nocif de certains agents pathogènes (Dehne, 1982).

L'amélioration de la nutrition minérale des plantes mycorhizées concerne surtout le phosphore (P). Cet élément qui constitue un facteur limitant pour le développement des plantes est peu assimilable par ces dernières. La présence des champignons mycorhiziens améliore son absorption (Hayman, 1883). L'absorption de l'azote (N₂) est aussi améliorée par la présence des champignons mycorhiziens arbusculaires (Barea *et al*, 1989). L'amélioration de l'absorption de certains oligoéléments comme le magnésium (Mg) , le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) est aussi observée , cependant celle du manganèse (Mn) peut être réduite (Arines et Vilarino, 1989).

L'utilisation des champignons mycorhiziens arbusculaires est répandue dans plusieurs domaines. En agroforesterie , la production de plantes à usages multiple en pépinière est

souvent associée à l'inoculation contrôlée. Ces arbres bénéficient d'une croissance rapide, ce qui réduit leur coût de production lié à leur séjour en pépinière. Dans les systèmes agroforestiers, les mycorhizes des arbres sont des sources supplémentaires de bénéfices en préservant l'activité des propagules mycorhiziens qui peuvent coloniser rapidement le système racinaire des cultures en croissance. Chez les légumineuses qui sont largement recommandées en association avec les cultures dans les systèmes agroforestiers, les champignons mycorhiziens arbusculaires améliorent la nodulation et la fixation de l'azote (Tarafdar et Rao, 1993).

Dans le domaine des biotechnologies, l'utilisation des champignons mycorhiziens arbusculaires dans la production de plantes par micropropagation est bénéfique. Les champignons améliorent la croissance et la nutrition des vitroplants (Blal *et al*, 1992). De plus, les pertes de sujets liées à l'acclimatation lors du transfert des vitroplants sont largement réduites (Sbrana *et al*, 1994).

En agriculture, l'utilisation accrue des minéraux du sol par les plantes mycorhizées permet d'envisager une réduction de l'apport externe d'engrais et de pesticides tout en maintenant les rendements de culture équivalents sinon supérieurs (Abbott et Robson, 1991a). Parallèlement, une gestion adéquate des mycorhizes en milieu agricole permet de prolonger la qualité, la protection et la durabilité des sols. Les hyphes des champignons mycorhiziens arbusculaires ont une influence sur la structure des sols et jouent un rôle important dans la restauration des sols dégradés (Thomas *et al*, 1986 ; Reddell et Milnes, 1992).

1-2-7 Influence des facteurs du milieu sur la mycorhization

Les facteurs du milieu agissant sur la mycorhization sont d'ordre biotique et abiotique. Parmi les facteurs biotiques, il y a les phénomènes de compatibilité entre le champignon et la plante hôte. L'établissement de la symbiose dépend de l'émission et de la reconnaissance des signaux par les deux partenaires. Ces phénomènes peuvent avoir lieu au niveau de la rhizosphère (Siqueira *et al*, 1991), au niveau du point de contact entre les deux partenaires (Smith et Gianinazzi-Pearson, 1988) ou à l'intérieur de la racine (Anderson, 1988). Les microorganismes du sol peuvent avoir un effet bénéfique, neutre ou antagoniste sur la mycorhization. L'action des bactéries fixatrices d'azote et des autres bactéries est

globalement bénéfique (Miller, 1887 ; Linderman, 1988). Par contre , les champignons saprophytes et les némathodes ont un effet parasitaire sur les champignons mycorhiziens arbusculaires et leurs spores (Daniels et Menge, 1980 ; Ingham, 1988). L'action de l'homme est liée aux pratiques culturales comme le labourage (Evans et Miller, 1988) , les longues périodes de jachères (Thompson, 1987) , les cerclages (Wallace, 1987) et aussi les feux de brousse (Dhillon *et al*, 1988). L'ensemble de ces actions ont généralement pour effet la réduction de la formation des mycorhizes. Une étude comparative a montré que la déforestation n'a pas d'effet sur la densité des spores de champignons endomycorhiziens, et qu'elle augmente la diversité spécifique de ces derniers (Zhang *et al*, 2003).

Les facteurs abiotiques concernent essentiellement la composition et la structure du sol. La présence de propagules mycorhiziens est peu probable dans les sols perturbés occasionnant la perte de la surface arable , ou lorsque les plantes hôtes sont limitées par des facteurs édaphiques défavorables comme la salinité , l'aridité , les inondations ou des conditions climatiques extrêmes (Brundrett, 1991). Klironomos *et al* (2001) ont montré que le gel réduit le pourcentage de colonisation des racines par les champignons endomycorhiziens, tandis que la sécheresse conduit aussi bien à une diminution qu'à une hausse du pourcentage de colonisation. De nombreuses études sur les associations mycorhiziennes dans les habitats perturbés comme les sites miniers ont montré une faible quantité de propagules (Pfleger *et al*, 1994 ; Brundrett *et al*, 1995). La fertilité des sols notamment leur teneur en phosphate joue un rôle déterminant dans les associations mycorhiziennes. Les fortes concentrations en phosphore ont un effet réducteur sur les bénéfices apportés aux plantes par les associations mycorhiziennes (Schweiger *et al*, 1995).

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

2-1 Cadre d'étude

L'étude a été menée dans la région naturelle du Fouladou dont le chef lieu est Kolda (voir carte annexe IV). Elle a une superficie de 21011km², et une pluviosité annuelle qui varie entre 1000 et 1200mm (ISRA, 1996). La période la plus fraîche se situe entre décembre et mi-février, avec des moyennes diurnes avoisinant 24°C. En octobre et novembre, et de mi-

février à avril, les températures maximales tournent autour de 26°C. De juillet à septembre, elles atteignent 30°C. Les six sites étudiés sont répartis en deux zones. La première zone se situe dans la forêt de Kagnator. Il comprend deux sites à savoir Tabassaye Mandingue et Santhiou Samba Diabounding. La deuxième zone se situe au Nord de la ville de Kolda sur l'axe de Pata. Il correspond à la forêt de Saré Koupé et comprend quatre sites : Tounkoye Allet, Saré Koupé 1, Saré Koupé 2 et Saré Koupé 3. L'existence d'un cours d'eau et d'un marigot a été notée respectivement dans les sites de Tounkoye Allet et de Saré Koupé 1. La végétation dans les peuplements à bambou est variée avec des jachères, des savanes arborées et/ ou boisées. Différents types de sol ont été observés : du sol profond lessivé à Tabassaye Mandingue et à Sinthiou Samba Diabounding ; du sol hydromorphe à Tounkoye Allet et à Saré Koupé 1 ; du sol ferrugineux tropical à Saré Koupé 2 et une zone cuirassée latéritique à Saré Koupé 3. Le passage des feux de brousse et des feux précoces a affecté certains sites. Une forte régénération naturelle du bambou a été observée surtout à Saré koupé 2.



Localisation géographique de la région de Kolda

2-2 Les méthodes utilisées

2-2-1 Prélèvement des sols

Dans les sites visités, les pieds de bambou sont groupés en touffes avec un nombre de pieds qui varie d'une touffe à l'autre (voir schéma ci-dessous). Pour chaque site, deux touffes de *O. abyssinica* ont été choisies. Des prélèvements de sol ont été faits à la tarière de la manière suivant un transect Est – Ouest. Pour chaque transect, deux distances de prélèvement ont été choisies. La première distance appelée d_0 se situe dans le voisinage immédiat de la touffe. La deuxième distance nommée d_{20} se situe à 20cm de la touffe. Pour chaque distance, les prélèvements ont été faits à deux profondeurs : 0 – 10 cm ; 10 - 25 cm. Les échantillons ont été ensuite conservés dans des sachets en plastique portant : le nom du site ; la distance et la profondeur de prélèvement.

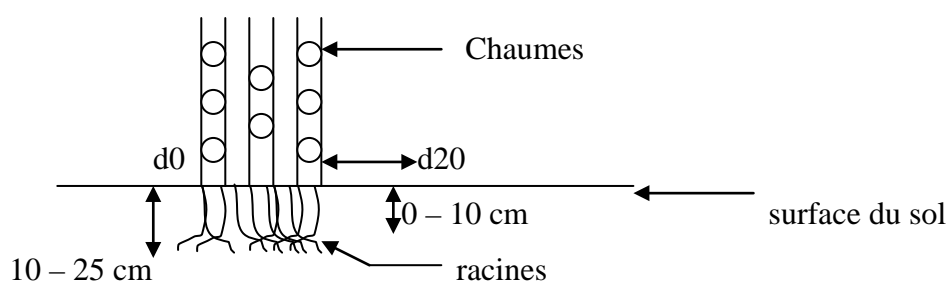


Schéma montrant la méthode de prélèvement des échantillons de sol

Les échantillons ont été ensuite acheminés au laboratoire de microbiologie forestière du CNRF/ISRA pour les observations suivantes : la distribution des racines, l'intensité de l'infection endomycorhizienne et la population de spores dans la rhizosphère de *O. abyssinica*. Ces observations ont été faites en fonction du site , de la distance et de la profondeur de prélèvement. Pour cela, au niveau d'un site donné, et pour une distance donnée, les échantillons de même profondeur ont été mélangés pour avoir un échantillon homogène représentatif du site. De ce mélange, il a été tiré quatre répétitions à partir desquels ont été faites les observations.

2-2-2 Dénombrement des racines

Le comptage des racines a été fait selon la méthode du " Grid Line Intersect" ou quadrillage de Giovannetti et Mosse (1980). Un prélèvement de 300g de sol frais de chaque

échantillon a été mis dans des bêchers de 500ml. Le sol a été recouvert d'eau puis tamisé sous le robinet à l'aide d'un tamis de 20 cm de diamètre et de 0,63 mm d'ouverture de mailles jusqu'à élimination complète des particules de sable. Les débris retenus dans le tamis ont été récupérés dans le bêcher. Le contenu du bêcher a été vidé dans un plateau et, à l'aide de fines pinces les racines d'un échantillon donné ont été étalées sur un papier millimétré intercalé entre deux plaques de verre. Après avoir compté le nombre d'intersections des racines avec les lignes horizontales et verticales, une formule a été appliquée pour traduire les valeurs obtenues en longueur de racines (cm). Cette longueur permet d'exprimer la concentration des racines en cm par 100 cm³ de sol sec.

2-2-3 Infection endomycorhizienne

L'infection endomycorhizienne a été étudiée en utilisant la méthode de coloration de Phillips et Hayman (1970) légèrement modifiée. La méthode originelle de Phillips et Hayman présente des risques. Les phénols et les hydrochlorures utilisés dégagent des gaz très toxiques qui peuvent induire des effets indésirables, même sous une hotte en laboratoire. Dans la version modifiée, cette étape inhérente à l'utilisation des phénols et des hydrochlorures saturés est supprimée. Après comptage, les racines fines de chaque échantillon ont été récupérées dans un tube à essai puis recouvertes d'une solution de KOH à 10% et autoclavées à 115°C pendant 10 minutes. Après rinçage trois fois à l'eau du robinet, les racines ont été recouvertes d'une solution d'eau oxygénée (H₂O₂) pour les éclaircir. Après rinçage une solution de HCl à 1% a été versée dans les tubes qui ont été agités pendant 4 minutes sur une table d'agitation. Après cette étape, une fois l'acide versé et sans rinçage, une solution de colorant rouge composée de 63 ml d'eau, 63 ml de glycérol, 875 ml d'acide lactique et de 0,1g de Fuchsine acide a été ajoutée dans les tubes qui ont été autoclavés à 115°C pendant 3 minutes. Après coloration, les racines fines de chaque échantillon ont été mises dans des boîtes de Pétri. A l'aide de pinces fines, des racines choisies au hasard ont été coupées avec un scalpel en de petits fragments de 1cm de longueur. Sur une lame porte objet, vingt fragments de racines ont été disposés les uns à côté des autres en deux rangs et couverts par une lamelle. Les lames confectionnées ont été observées au microscope photonique. L'intensité de l'infection endomycorhizienne exprimée en % a été estimée comme étant le rapport de la longueur totale occupée par le champignon dans les fragments infectés (mm) sur la longueur totale des fragments (mm)

2-2-4 Dénombrement des spores

L'extraction des spores de champignons endomycorhiziens a été effectuée selon la méthode du tamisage humide de Daniel et Skipper (1982). Dans un erlenmeyer de 1000 ml , un échantillon de 100 g de sol a été mélangé à 400 ml d'eau de robinet. Le mélange sol-eau a été agité pendant 1 mn puis laissé décanter pendant 15 secondes. Le surnageant a été filtré à travers un jeu de deux tamis. Les mottes de sol retenues ont été ensuite lavées sous le robinet pour faire passer les fines particules. Le tamisage a été répété trois fois pour chaque échantillon afin d'optimiser le rendement. Un dernier rinçage a été effectué et le sédiment retenu transféré dans un tube COREX de 25 ml. Après centrifugation , le surnageant et les particules de chaque tube ont été éliminés. Les spores et autres particules sédimentées au fond du tube ont été reprises dans une solution de saccharose à 50% (P/V) . Ce mélange sédiments - saccharose a été centrifugé. Les spores et les particules restées en suspension dans la solution de saccharose ont été récupérées dans un tamis puis rincées à l'eau abondamment jusqu' à élimination complète du saccharose. Les résidus ont été transférés dans une boîte de Pétri puis observés à la loupe binoculaire. Les spores viables ont été regroupées en fonction de leur taille , de leur forme ou de leur couleur et comptées. Elles ont été ensuite recueillies dans des flacons à vis pour leur identification et leur utilisation ultérieures. Après séchage et pesage de 100 g de sol frais de chaque échantillon , le nombre de spores obtenus a été exprimé par 100 g de sol sec.

La clé d'identification INVAM (International Culture Collection of Vesicular and Arbuscular Mycorrhizal Fungi) de Schenck et Pérez (1988) a été utilisée pour identifier les champignons endomycorhiziens à partir des spores récoltées. Les spores préalablement regroupées et mises dans des flacons sont montées entre lames et lamelles et observées au microscope photonique avec un grossissement x 400. L'identification est basée sur la forme, la taille, la position des hyphes suspenseurs et la couleur des spores.

2-2-5 Recouvrement des ligneux

Nous avons relevé sur une surface les variables du milieu et les caractéristiques de la végétation (diversité floristique, densité, hauteur moyenne, hauteur dominante, nature du sol, position sur la toposéquence). Dans un relevé, chaque espèce rencontrée est notée avec la

fréquence à laquelle elle a été rencontré. La méthode de l'aire minimale a été utilisée pour déterminer la surface à retenir pour les relevés (Daget et Gordon, 1982). Cette méthode consiste à relever sur une petite surface la liste des espèces rencontrées. Cette surface sera ensuite doublée jusqu'à ce que la liste des espèces ne s'allonge plus. On trace ensuite la courbe aire – espèces. L'aire minimale étant la plus petite surface pour laquelle le nombre d'espèces ne varie plus. Pour la strate ligneuse, l'inventaire a commencé à 16m² puisque la densité des ligneux n'est pas élevée.

2-2-6 Traitement des données

Le logiciel de statistique SAS a été utilisé pour traiter les résultats obtenus. Les moyennes ont été calculées directement pour estimer la concentration des racines et le nombre de spores. Cependant les valeurs de l'infection endomycorhizienne exprimées en % ont été d'abord transformées en arc sinus avant leur analyse. Les calculs statistiques ont permis de comparer les moyennes afin de déterminer les différences significatives entre les échantillons d'un même traitement ou de traitements différents.

Chapitre 3 : Résultats

3-1 Concentration racinaire

La concentration des racines varie entre les sites (Figure 1.) Les concentrations les plus élevées sont observées à Saré Koupé³ avec une moyenne de 348,44 cm/100 g de sol sec. Les plus faibles concentrations sont observées à Tabassaye Mandingue avec une moyenne de 78,35 cm/100g. L'analyse statistique des données a montré que les concentrations racinaires à Tabassaye Mandingue, Santhiou Samba Diabounding et Tounkoye Allett ne présentent pas une différence significative. Par ailleurs les concentrations racinaires à Saré Koupé¹ et à Saré Koupé² ne sont pas différentes. On note une différence entre les deux domaines d'étude. En effet les concentrations racinaires sont plus élevées au niveau de la forêt de Saré koupé qu'au niveau de la forêt de Kandiator.

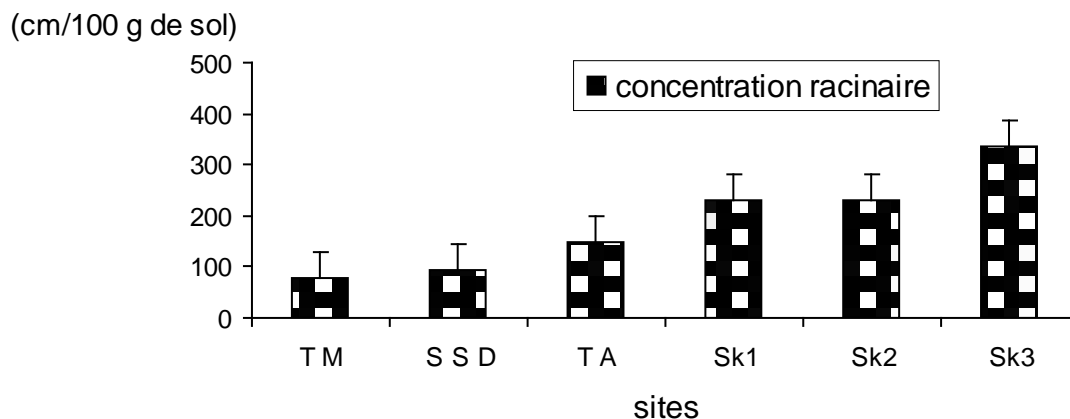


Figure 1 : Variation de la concentration racinaire (cm/100 g de sol) chez *Oxytenanthera abyssinica* en fonction des sites

TM : Tabassaye Mandingue ; SSD : Santhou Samba Diabounding ; TA: Tounkoye Allett ; SKN: Saré Koupé N (N= 1 , 2 , 3)

Les plus fortes concentrations racinaires sont observées entre 0 et 10cm de profondeur, quelque soient le site et la distance de prélèvement des sols (Tableau 1). La moyenne entre 0 et 10 cm de profondeur est de 235,12 cm/100g de sol sec alors qu'entre 10 et 25 cm la moyenne est de 85,43 cm/100g. C'est au niveau de la deuxième distance de prélèvement (d_{20}) que les concentrations racinaires sont plus élevées. Cependant la différence entre les deux distances de prélèvement n'est pas significative. La moyenne est de 161,43 cm/100g au niveau de la première distance (d_0) et de 187,11 cm/100 g au niveau de la deuxième distance (d_{20}).

Tableau 1 : Variation de la concentration des racines (cm/100g de sol sec) chez *Oxytenanthera abyssinica* en fonction de la distance et de la profondeur de prélèvement du sol **d₀** : voisinage immédiat des tiges de bambou ; **d₂₀** : 20cm des tiges de bambou
* : données manquantes

	Distance			
	d ₀		d ₂₀	
	Profondeur		Profondeur	
	0 – 10 cm	10 – 25 cm	0 – 10 cm	10 – 25 cm
Tabassaye Mandingue (T M)	66,87 ^a	62,58 ^b	113,27 ^a	70,32 ^b
Santhiou S. Diabounding(SSD)	72,74 ^a	59,65 ^b	173,07 ^a	70,10 ^b
Tounkoy Allet (T A)	169,55 ^a	89,88 ^b	242,89 ^a	95,03 ^b
Saré Koupé 1 (SK₁)	359,73 ^a	105,41 ^b	346,71 ^a	115,26 ^b
Saré Koupé 2 (SK₂)	316,87 ^a	101,00 ^b	330,20 ^a	170,47 ^b
Saré Koupé 3 (SK₃)	371,45 ^a	*	330,84 ^a	*

Sur une même ligne , les valeurs avec des lettres différentes sont différentes à P< 0,001

3-2 Infection endomycorhizienne

L'intensité de l'infection endomycorhizienne est plus élevée au niveau de Tabassaye Mandingue et Santhiou Samba Diabounding, avec respectivement 43,09% et 42,18% (Figure 2). La plus faible intensité d'infection endomycorhizienne est observée au niveau de Saré Koupé1 avec 19,28%. Les différences significatives dans l'intensité de l'infection endomycorhizienne en fonction des sites sont notées entre les sites Tabassaye Mandingue avec une moyenne de 43,09% et Saré Koupé2 avec une moyenne de 29,25%, entre Tabassaye Mandingue et Saré Koupé3 avec une moyenne de 22,02%, entre Santhiou Samba Diabounding avec une moyenne de 42,18% et Saré Koupé2, et entre Santhiou Samba Diabounding et Saré Koupé3.

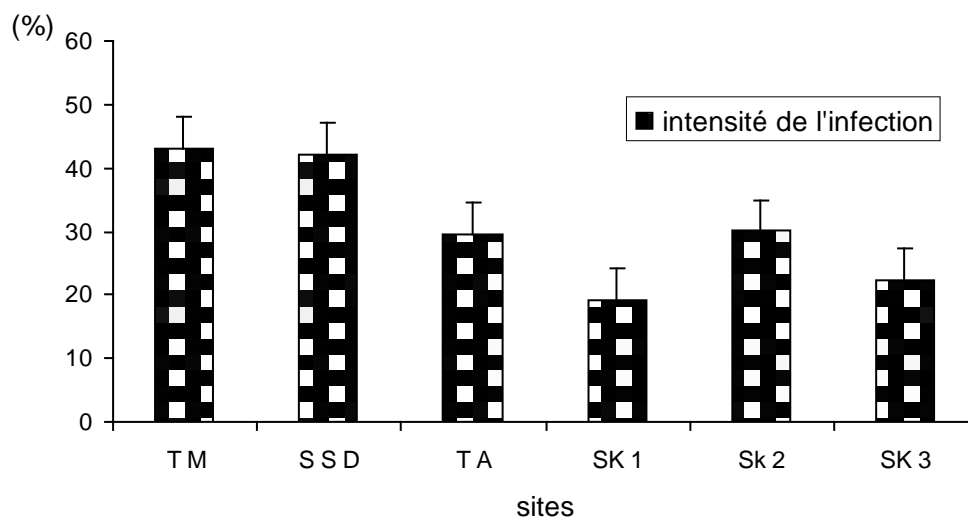


Figure 2 : Intensité d'infection endomycorhizienne (% de la longueur de racine) chez *Oxytenanthera abyssinica* dans les différents sites

Tableau 2 : Variation de l'intensité d'infection endomycorhizienne (%) chez *Oxytenanthera abyssinica* en fonction de la distance et de la profondeur de prélèvement du sol

	Distance			
	d ₀		d ₂₀	
	Profondeur		Profondeur	
	0 – 10 cm	10 – 25 cm	0 – 10 cm	10 – 25 cm
T M	32,48	32,96	42,78	64,13
S S D	17,74	42,51	60,57	47,88
T A	26,61	36,97	23,64	31,50
SK₁	22,14	11,46	22,35	21,15
SK₂	32,35	26,61	35,53	22,51
SK₃	27,78	*	16,26	*

Les analyses statistiques ont montré que la distance et la profondeur n'ont aucun effet sur l'intensité de l'infection endomycorhizienne. Cependant la tendance est que, au niveau de la deuxième distance de prélèvement, l'intensité de l'infection endomycorhizienne est plus élevée.

L'intensité de l'infection endomycorhizienne est plus élevée près des tiges de bambou (d_0) quelque soit la profondeur de prélèvement, au niveau de Tounkoye Allett, Saré Koupé2 et Saré Koupé3 avec respectivement 31,79%, 29,48% et 27,78% pour la première distance (d_0), et 27,57%, 29,02% et 16,26% pour la deuxième distance (d_{20}). Au niveau de Tabassaye Mandingue, Santhiou Samba Diabounding et Saré Koupé1, l'intensité de l'infection endomycorhizienne est plus élevée à 20cm des tiges de bambou avec respectivement 32,72%, 30,13% et 16,80% pour la première distance (d_0), et 53,46%, 54,23% et 21,75% pour la deuxième distance (d_{20}). De façon globale, l'infection endomycorhizienne est plus faible dans l'horizon (0 - 10cm) que dans l'horizon (10 – 25cm). En revanche elle est plus importante lorsqu'on s'éloigne des pieds de bambou.

3-3 Nombre de spores

Le nombre de spores par 100g de sol sec est plus élevé au niveau de Santhiou Samba Diabounding avec une moyenne de 310,44 spores/100g. Le plus faible nombre de spores est observé à Saré Koupé2 avec une moyenne de 105,63 spores/100g (Figure 3). L'analyse statistique des données a montré que les différences notées entre les sites ne sont pas significatives. Cependant si on considère séparément les deux distances de prélèvement, on note une différence significative entre les sites Tounkoye Allett avec une moyenne de 110,69 spores/100g et Saré Koupé2 avec une moyenne de 105,64 spores/100g pour la deuxième distance de prélèvement (d_{20}). En considérant séparément les deux profondeurs de prélèvement, on note pour la première profondeur (0-10cm) une différence significative d'une part entre Santhiou Samba Diabounding et Saré Koupé2 et d'autre part entre Santhiou Samba Diabounding et Saré Koupé1 avec une moyenne de 132,27 spores/100g. On note aussi une différence significative entre Tounkoye Allett et Saré Koupé2 pour la deuxième profondeur (10-25cm).

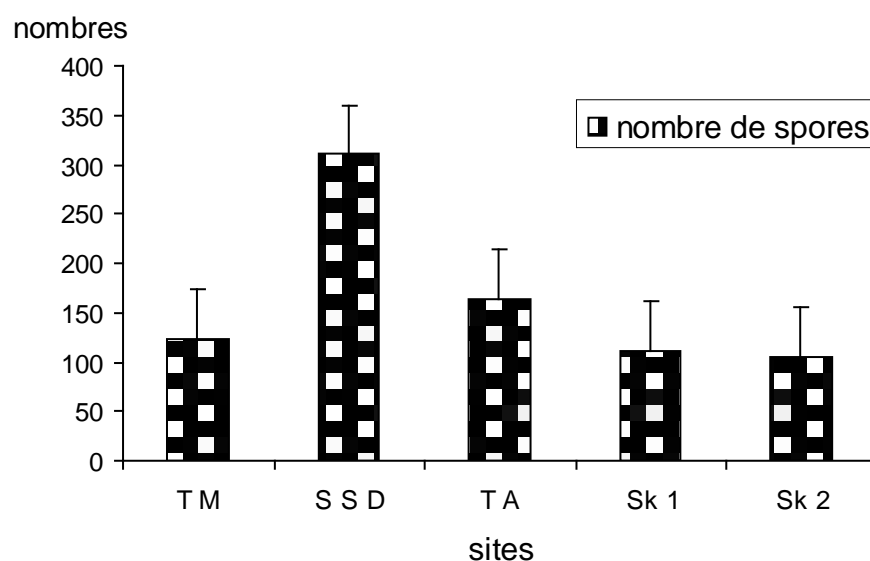


Figure 3 : Variation du nombre de spores (dans 100 g de sol sec) dans la rhizosphère de *Oxytenanthera abyssinica*

Tableau 3 : Variation du nombre de spores (dans 100g de sol sec) chez *Oxytenanthera abyssinica* en fonction de la distance et de la profondeur de prélèvement du sol

	Distance			
	d ₀		d ₂₀	
	Profondeur		Profondeur	
	0 – 10 cm	10 – 25 cm	0 – 10 cm	10 – 25 cm
TM	135,33 ^a	97,95 ^b	186,5 ^a	109,5 ^b
SSD	837,5 ^a	119,5 ^b	184,25 ^a	100,5 ^b
TA	234,75 ^a	98,00 ^b	166,50 ^a	155,75 ^b
SK₁	123,00 ^a	73,75 ^b	142,00 ^a	104,00 ^b
SK₂	160,75 ^a	76,50 ^b	109,75 ^a	75,50 ^b

Sur une même ligne, les valeurs avec des lettres différentes sont différentes à $P < 0,001$

Le nombre de spores est plus élevé entre 0 et 10cm de profondeur, quelques soient le site et la distance de prélèvement du sol (Tableau 3). C'est ainsi qu'au niveau de Santhiou Samba Diabounding où la population de spores est plus importante, le nombre de spores pour la première distance de prélèvement (d_0) est de 837,50 spores/100g entre 0 et 10cm de profondeur 119,50 spores/100g entre 10 et 25cm. Au niveau de la deuxième distance de prélèvement, le nombre de spores est de 184,25 spores/100g entre 0 et 10cm de profondeur et 100,50 spores/100g entre 10 et 25cm. La différence du nombre de spores entre les deux distances de prélèvement n'est pas significative. La moyenne est de 162,62 spores/100g pour la première distance de prélèvement (d_0) et 130,37 spores/100g pour la deuxième distance (d_{20}). Une importante quantité de spores non viables a été observée dans les échantillons.

Quatre (4) genres de spores ont été identifiées à partir des spores récoltées : *Glomus* ; *Gigaspora* ; *Sclerocystis* et *Scutellospora*. Les genres *Glomus* et *Scutellospora* ont été rencontrés dans tous les sites, tandis que les genres *Gigaspora* et *Sclerocystis* n'ont été rencontrés que dans certains sites. Le genre *Gigaspora* a été rencontré à Tounkoye Allet et Tabassaye Mandingue, quant au genre *Sclerocystis*, il a été rencontré à Tabassaye Mandingue et Santhiou Samba Diabounding.

La majorité des champignons identifiés appartiennent au genre *Glomus* avec 58,72% des spores récoltées, suivi des genres *Scutellospora*, *Gigaspora* et *Sclerocystis* avec respectivement 35,45%, 3,64% et 0,36% des spores récoltées (tableau 4).

Tableau 4 : Répartition des genres de champignons endomycorhiziens (%) dans les différents sites

	Genres de Champignon			
	<i>Glomus</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Sclerocystis</i>	<i>Scutellospora</i>
TM	32,30	4,62	1,54	61,54
SSD	52,08	-	1,54	47,22
TA	58,74	11,89	-	29,37
SK1	70,89	-	-	22,18
SK2	77,50	-	-	22,15

3-5 Recouvrement des ligneux

Une estimation du recouvrement des familles d'espèces répertoriées dans l'ensemble des sites a montré que ce sont les Combrétacées qui présentent le recouvrement le plus élevé avec 54,5% (Tableau 4). Ensuite ont suivi respectivement les Mimosacées (8,6%) et les Bombacacées (8,4%). Les Méliacées présentent le recouvrement le plus faible (0,08%).

Les sites visités présentent une diversité floristique avec 34 espèces réparties en 15 familles (Tableau 5). C'est au niveau de Saré Koupé1 que nous avons rencontré le plus grand nombre d'espèces avec 21 des 34 espèces répertoriées. Le plus petit nombre d'espèces est rencontré au niveau de Tounkoye Allett avec 9 espèces répertoriées. L'analyse statistique des données a montré qu'il n'existe pas de différence significative de pourcentage de recouvrement entre les sites. Les espèces qui présentent les pourcentages de recouvrement les plus élevés sont *Combretum glutinosum* (Perr.) et *Terminalia macroptera* (Guillem. Et Perrot.) qui appartiennent à la famille des Combrétacées. Ces espèces se retrouvent dans tous les sites avec des pourcentages de recouvrement atteignant 58,2% chez *Combretum glutinosum* au niveau de Saré Koupé2 et 20,3% chez *Terminalia macroptera* au niveau de Santhiou Samba Diabounding. Les espèces *Bombax costatum* (Pellegr. Et Viollet.) de la famille des Bombacacées et *Piliostigma reticulata* (Hochst.) de la famille des Ceasalpiniciacées se retrouvent aussi dans tous les sites. Le pourcentage de recouvrement de ces espèces est moins élevé que celui des deux Combrétacées citées précédemment. En effet le pourcentage de recouvrement le plus élevé chez ces espèces est de 17,9% chez *Bombax costatum* et 16,6% chez *Piliostigma reticulata* au niveau de Tounkoye Allett.

Le bambou présente un taux de recouvrement élevé dans les différents sites. Ce taux est de 4/5 de la végétation au niveau de Tabassaye Mandingue, Tounkoye Allett et Saré Koupé2. Il est de 3/5 au niveau de Santhiou Samba Diabounding et Saré Koupé1, le plus faible taux de recouvrement étant observée à Saré Koupé3 avec 2/5 (Figure 4).

Tableau 5 : taux de recouvrement (%) des familles des espèces répertoriées dans les différents sites

Familles	Recouvrement
Anacardiacees	4,5
Annonacees	3,9
Bombacacees	8,4
Cesalpiniacees	7,9
Combrétacées	54,5
Fabacées	3,3
Loganiacees	1,2
Méliciées	0,08
Mimosacées	8,6
Moracées	0,5
Ochnacées	0,9
Rubiacees	0,4
Rutacées	1,1
Sterculiacees	3,7
Tiliacées	0,9

Tableau 6 : taux de recouvrement (%) des espèces ligneuses répertoriées dans les différents sites

T M : Tabassaye Mandingue ; S S D : Sinthiou Samba Diabounding ; T A : Tounkoye Allet
SK 1: Saré Koupé 1 ; SK 2: Saré Koupé 2 ; SK 3: Saré Koupé 3

Espèces	Sites					
	T M	S S D	T A	SK 1	SK 2	SK 3
Combrétacées						
<i>Combretum aculeatum</i>			1,3	1,7		
<i>Comretum glutinosum</i>	11,1	13,6	35,9	39,9	58,2	56
<i>Combretum nigricans</i>	16,6	8,5		1,2	0,8	3,5
<i>Terminalia avicenoides</i>				0,8	0,8	9
<i>Terminalia macroptera</i>	2,8	20,3	17,9	5,6	10,2	11
Total	30,5	42,4	66,8	49,2	70	79,5
Caesalpiniacées						
<i>Cassia siberiana</i>	2,8		2,6	0,8		
<i>Cordyla pinata</i>			1,3	0,8	3,9	0,5
<i>Daniellia oliveri</i>			1,3			0,5
<i>Detarium microcarpum</i>		1,7		0,4		
<i>Piliostigma reticulata</i>	5,6	1,7	16,6	1,7	2,4	3,5
Total	8,4	3,4	21,8	3,7	6,3	4,5
Fabacées						
<i>Erytrina senegalensis</i>				0,4		
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2,8	8,5		6,2	1,6	
<i>Ostryoderris sthulmannii</i>				0,4		
Total	2,8	8,5		7	1,6	
Mimosacées						
<i>Dicrostachys cineraria</i>				22,8	6,3	1,5
<i>Prosopis africana</i>				1,2	1,6	1
<i>Acacia ataxacantha</i>	11,1		5,1	2		
Total	11,1		5,1	26	7,9	2,5
Anacardiacees						
<i>Lanea acida</i>	22,2	1,7		0,4		
<i>Lanea veluntina</i>						1
<i>Sclerocarya birrea</i>						0,5
<i>Spondia mobin</i>		1,7				
Total	22,2	3,4		0,4		1,5
Annonacées						
<i>Annona senegalensis</i>						0,5
<i>Annona undulata</i>						1,5
<i>Hexalobus monopetalus</i>	13,8	3,4			0,8	3,5
Total	13,8	3,4			0,8	5,5

Taux de recouvrement (%) des espèces ligneuses répertoriées dans les différents sites (SUITE)

Espèces	T M	S S D	T A	SK 1	SK 2	SK 3
Moracées						
<i>Ficus capensis</i>				0,8	0,8	
<i>Ficus feruginea</i>					1,6	
total						
Rutacées						
<i>Fagara lepreurii</i>		1,7				
<i>Gardenia triacantha</i>	2,8	1,7				0,5
total	2,8	3,4				0,5
Bombacacées						
<i>Bombax costatum</i>	5,6	16,9	17,9	6,6	3,9	0,5
total	5,6	16,9	17,9	6,6	3,9	0,5
Loganiacées						
<i>Strychnos spinosa</i>	2,8	1,7			2,4	3,5
total	2,8	1,7			2,4	3,5
Méliacées						
<i>Khaya senegalensis</i>						0,5
total						0,5
Ochnacées						
<i>Lophira alata</i>	5,6					
total	5,6					
Rubiacées						
<i>Mitragyna inermis</i>				2,5		
total				2,5		
Sterculiacées						
<i>Sterculia setigera</i>		16,9		0,8	4,8	
total		16,9		0,8	4,8	
Tiliacées						
<i>Grewia flevescens</i>				2,5		3
Total				2,5		3
TOTAL GENERAL	100	100	100	100	100	100

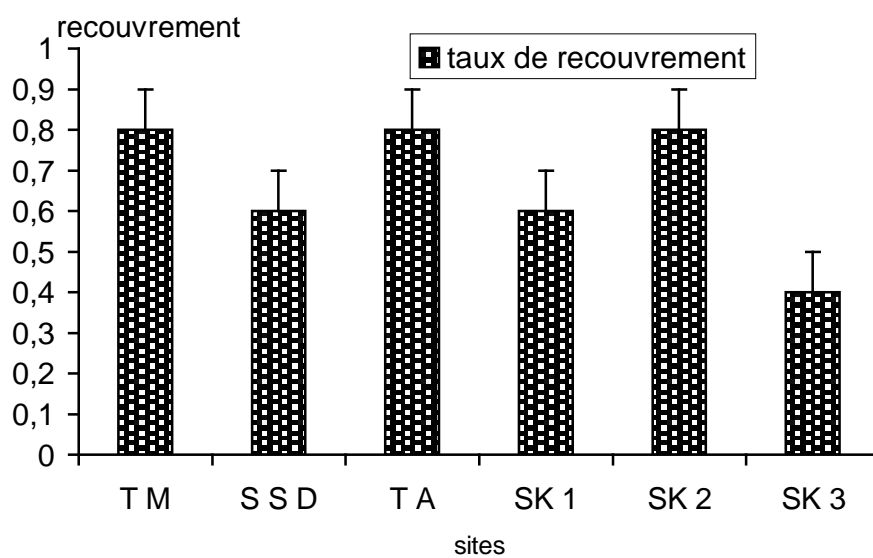


Figure 4 : Recouvrement de *Oxytenanthera abyssinica* dans les différents sites

Chapitre 4 : Discussions et Conclusion

4-1- Distribution des racines de *Oxytenanthera abyssinica*

La concentration racinaire pour l'ensemble des sites est de 176,58 cm/100 g de sol sec. Les fortes concentrations observées chez *O. abyssinica* peuvent s'expliquer par le fait que cette plante est une espèce à rhizome qui a un vaste réseau de racines et dont l'essentiel de son système racinaire est concentré en surface. Les fortes concentrations racinaires observées au niveau de Saré Koupé³ peuvent s'expliquer par une adaptation de la plante à se fixer sur un sol caillouteux. Il faut aussi noter que l'état du sol dans ce site n'a pas permis d'effectuer des prélèvements entre 10 et 25 cm de profondeur.

Les différences de concentrations racinaires observées entre la forêt de Kagnator et la forêt de Saré Koupé peuvent s'expliquer par la nature du sol. Dans la forêt de Saré Koupé, à l'exception de Saré Koupé³, le sol est hydromorphe, mieux drainé et donc plus propice au développement du bambou. En effet, il a été constaté que le diamètre des tiges des sujets de la forêt de Saré Koupé est plus gros que celui des tiges des sujets de la forêt de Kagnator. Par ailleurs, les feuilles des sujets de la forêt de Saré Koupé sont plus longues que celles des sujets de la forêt de Kagnator.

La distribution verticale des racines montre que les plus fortes concentrations racinaires sont observées entre 0 et 10 cm de profondeur. Cette distribution est similaire à celle décrite par Ingleby *et al* (1997) chez *Acacia aneura*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis* et *Prosopis juliflora*.

O. abyssinica qui est une espèce à rhizome possède un système racinaire développé mais très superficiel. L'essentiel du système racinaire est concentré dans les 10 premiers

centimètres du sol et à 20 cm des tiges. Des différences significatives de concentrations racinaires ont été notées entre les sites visités. Dans les deux zones où l'étude a été menée, les racines de *O. abyssinica* sont plus nombreuses au niveau de la forêt de Saré Koupé où le sol

est hydromorphes. La forte densité du système racinaire du bambou pourrait jouer un rôle dans la fixation, la protection et la régénération des sols.

4-2 Infection endomycorhizienne des racines de *Oxytenanthera abyssinica*

Les racines de *O. abyssinica* ont été infectées au niveau des différents sites avec une intensité d'infection comprise entre 19,28% et 43,09%. La moyenne générale pour l'ensemble des sites est de 31,77%. Ceci confirme l'aptitude des champignons mycorhiziens arbusculaires à être présents dans différents types de sol et à établir une symbiose avec les racines des plantes supérieures. L'intensité de l'infection endomycorhizienne chez *O. abyssinica* est plus faible que celle obtenue chez *Prosopis juliflora* par Diagne *et al* (2001) et Ingleby *et al* (1997). Ces auteurs ont donné respectivement une intensité d'infection de 66,2% et 64%. Pavan Kumar *et al* (2000) ont trouvé une intensité d'infection endomycorhizienne de 58% chez *Dendrocalamus strictus* qui est une autre espèce de bambou. Ces différences d'intensité d'infection notées entre *O. abyssinica* et ces espèces précitées peuvent être attribuées aux espèces de plante impliquées dans la symbiose, à leur âge, à l'efficacité des espèces de Champignons et aux conditions édaphiques (Pavan Kumar *et al*, 2000 ; Jaizme-Vega et Azcon, 1995). Nous avons remarqué qu'au niveau de Saré Koupé1 où le nombre d'espèces ligneuses répertorié est le plus élevé, l'intensité de l'infection endomycorhizienne y est la plus faible.

La tendance à une intensité de l'infection plus élevée entre 10 et 25 cm de profondeur au niveau de certains sites pourrait s'expliquer par une perturbation du sol en surface liée au passage des feux de brousse, aux pratiques culturales et au pâturage. En effet de telles perturbations ont pour conséquences la réduction de la formation des mycorhizes (Dhillon *et al*, 1988 ; Evans et Miller, 1988). L'absence de différence significative sur l'intensité de l'infection entre les deux distances de prélèvement peut s'expliquer par une large répartition des propagules mycorhiziennes jusqu'à la zone d'épuisement des racines.

4-3 Distribution des spores

Le nombre de spores contenu dans la rhizosphère de *Oxytenanthera abyssinica* est élevé avec une moyenne générale de 146,28 spores/100g de sol sec. Cette moyenne est supérieure à celle obtenue par Diagne *et al* (2001) chez *Prosopis juliflora* qui est de 87 spores/100g et par Ingleby *et al* (1997) chez *Acacia aneura* qui est de 51 spores/100g. Al-Raddad (1995) a décrit une population de 1755 spores/100g chez l'orge (*Hordeum vulgare*) dix semaines après inoculation avec *Glomus mosseae* (Nicol. Et Gred.) Gerd et Trappe. Ces différences notées sur la production de spores peuvent être attribuées aux espèces de champignons ou de plantes impliquées dans la symbiose et aux types de sol (Al-Raddad, 1995 ; Tarafdar et Rao , 1993). Les fortes concentrations de spores dans la rhizosphère de *O. abyssinica* peuvent être attribuées à une accumulation des spores durant plusieurs saisons. La forte proportion de spores non viables trouvées dans les échantillons peut être attribuée à une attaque parasitaire. En effet des larves de ver de terre ont été observées dans les échantillons. Une importante proportion de spores non viables a été aussi trouvée dans les zones semi-arides du Kenya et serait attribuée à un faible taux de décomposition et à une accumulation des spores pendant plusieurs saisons (Wilson *et al* , 1991).

Les fortes concentrations de spores observées dans les sites peuvent impliquer un fort potentiel infectieux mycorhizien des sols étudiés. Cependant il est établi que dans les écosystèmes secs , lorsque le sol est faiblement perturbé , la colonisation des jeunes racines est assurée en premier lieu par le réseau d'hyphes et les racines infectées en sénescence (Jasper *et al* , 1989). Au niveau de Saré Koupél où nous avons rencontré plus d'espèces ligneuses , la quantité de spores y est la plus faible.

L'essentiel de la population de spores dans la rhizosphère de *O. abyssinica* est concentré entre 0 et 10cm de profondeur. Cette distribution verticale de la population de spores est similaire à celle décrite par Ingleby *et al* chez *Acacia aneura* , *Acacia nilotoca* , *Acacia tortilis* et *Prosopis juliflora*. L'absence de différence significative notée sur le nombre de spores entre les deux distances de prélèvement peut s'expliquer par une production de spores sur toute l'étendue de la rhizosphère.

Les champignons identifiés appartiennent tous à l'ordre des Glomales avec une prédominance du genre *Glomus*. Cette prédominance du genre *Glomus* a été notée à l'issu d'une étude taxonomique et écologique des Glomales dans deux parcs à *Faidherbia albida* à proximité de la localité de Touba Toul (Diallo, 1994). Les genres qu'il a identifiés sont *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*. Diagne *et al* (2006) ont aussi décrit une prédominance du genre *Glomus* dans la rhizosphère de *Acacia laeta* et *Acacia mellifera* au niveau d'une station expérimental de l'ISRA à Bambey. Cependant le genre *Sclerocystis* que nous avons identifié n'a pas été décrit par Diallo et nous n'avons pas identifié le genre *Acaulospora* qu'il a décrit. Diagne *et al* n'ont identifié que les genres *Glomus*, *Gigaspora* et *Sclerocystis*. La différence des sols dans lesquels ces spores ont été décrites peut expliquer la présence ou non de certaines espèces.

A l'issu de son étude, Diallo a indiqué que la diversité des populations de spores pourrait être influencé par le couvert végétal. Il est aussi établi que certaines conditions édaphiques comme le pH ont un effet sur la présence ou non de certaines espèces de champignons endomycorhiziens (Abbott et Robson, 1991b).

4-4 Recouvrement des ligneux

La strate ligneuse des sites visités est dominée par les Combrétacées. Le recouvrement élevé noté chez les Combrétacées peut s'expliquer par leur faible poids économique. Les espèces qui présentent un intérêt économique important se rencontrent rarement dans les sites et avec des recouvrements faibles. C'est le cas des espèces *Cordyla pinata* (Lepr.) et *Pterocarpus erinaceus* (Poir.) réputées pour leur bon bois d'œuvre et de service et *Sterculia setigera* qui est exploitée pour sa gomme et ses vertus médicaux. La rareté de ces espèces peut être expliquée par une dégradation des conditions climatiques due à la sécheresse, aux feux de brousse qui sont fréquents dans la zone ou à une surexploitation dont elles font l'objet.

L'abondance du bambou notée dans la zone d'étude peut s'expliquer par des conditions climatiques et édaphiques favorables à son développement. En effet la pluviométrie annuelle de la région est comprise entre 1000 et 1200mm et les principaux types de sol qu'on y rencontre sont des sols profonds et des sols hydromorphes. Il faut aussi noter la forte régénération naturelle du bambou observée dans certains sites, notamment à Santhiou Samba

Diabounding , Saré Koupé² et Saré Koupé³. Les taux élevés de recouvrement du bambou sont comparables à ceux donnés par De Wolfe et Van Damme (1989). Ces auteurs ont décrit les bambouseraies du sud du Sénégal avec des pourcentages de recouvrement de *O. abyssinica* atteignant souvent 35 et 60% de la végétation totale.

Le nombre d'espèces répertoriées au niveau des sites de la forêt de Saré Koupé , à l'exception de Tounkoye Allett , est plus élevé que le nombre d'espèces répertoriées dans la forêt de Kagnator. Ceci peut s'expliquer par la différence notée sur la nature du sol dans ces deux domaines. Il faut aussi noter qu'au niveau de Saré Koupé¹ où le nombre d'espèces répertoriées est plus élevé, l'intensité de l'infection endomycorhizienne ainsi que la production de spores est plus faible.

Chapitre 5 : Perspectives de recherche

Cette étude nous a permis de connaître la distribution des racines chez *Oxytenanthera abyssinica* et les espèces ligneuses qui cohabitent avec le bambou dans la forêt de Kolda.

Il nous semble nécessaire de poursuivre les recherches dans le sens de :

- Identifier les espèces de champignons impliquées dans la symbiose racinaire avec les racines de *O. abyssinica* , ceci en vue de sélectionner les espèces capables d'améliorer la croissance et le développement du bambou
- évaluer l'impact du bambou dans les systèmes agroforestiers. Cette plante pourrait jouer un rôle important dans la restauration des terres dégradées de par son aptitude à fixer le sol et l'effet ralentisseur de son feuillage sur l'action néfaste des pluies tropicales sur les sols.
- étendre l'étude du taux de recouvrement à la strate herbacée et étudier le statut mycotrophique des plantes qui poussent autour du bambou, notamment les plantes herbacées. Le rôle des racines fines de ces plantes sur la propagation de l'infection endomycorhizienne pourrait permettre de comprendre la faible intensité de l'infection endomycorhizienne notée chez le bambou.

Références bibliographiques

ABBOTT, L.K ; ROBSON, A.D. 1991a. Field management of mycorrhizal fungi. In The rhizosphere and plant growth. D.L Keister and P.B Grogan eds Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands p 355 – 362

ABBOTT, L.K ; ROBSON, A.D. 1991b. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. Agriculture, Ecosystems and Environment 35: 121-150.

ADAM, J. 1971. Les bambousaies du parc de Niokolo-koba. Association des amis des Parcs Nationaux du Sénégal. P 53-55

ADAMS, J.G. 1968. La flore et la végétation du Parc National du Niokolo Koba (Sénégal). Adansonia, Paris, sér. 2, 8(4), 439 – 459.

AL-RADDAD, A.M. 1995. Mass production of *Glomus mosseae* spores. Mycorrhiza (1995) 5: 229-2231

ANDERSON, A.J. 1988. Mycorrhizae – host specificity and recognition. Phytopathology 78 (3) : 75 – 78

ANONYME 2003a. <http://www.fao.org/docrep/x2450f/x2450f0a.htm>

ANONYME, 2003 b. <http://www.bamboueraie.fr/bambou/botanique.htm>

ANONYME , 2003 c. Bambou : http://www.docteur-nature.com/toutes_therapeutiques/produits_vegetaux/plantes_medecinales/bambou.htm

ANONYME 2007. www.inbar.int/French/faq.htm.

ARINES, J., VILARINO, A.. 1989. Use of nutrient-phosphorus ratios to evaluate the effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on nutrient uptake in unsterilized soils. Biol. Fertil. Soils 8: 293 – 297.

BA, A.T., AMBOU, B., GOUDIABY, A., ERVK, F., DIALLO, D. et CAMARA, CH. 1997. Végétation et flore du Parc transfrontalier Niokolo Badiar, 157 pages

BAREA, J.M, EL ATRACH, F, AZCON, R. 1989. Mycorrhiza and phosphate interactions as affecting plant development, N₂ fixation, N-transfer and N-uptake from soil in legume-grassmixtures by using a 15N dilution technique. Soil. Biol. Biochem. 21: 581 – 589

BIERMANN, B., LINDERMAN, R.G. 1983. Use of vesicular arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum. New Phytol. 95, 97 – 105

BLAL, B., MORAL, C., GIANINNAZZI-PEARSON, V., FARDEAN, J.C. 1992. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal on phosphate efficiency in vitro tropical acid soils planted with micropropagated oil palm (*Elaeis guineensis*). Biol. Fertil Soils 1: 43-48

BOFANTE-FASSOLO, P., GIANINAZZI-PEARSON, V., SCANNERINI, S., GIANINAZZI, S. 1986. Analyses Ultracytologiques des interactions entre plante et champignon au niveau cellulaire dans les mycorhizes. Phytol. Veg. 24 : 245 – 52

BOFANTE-FASSOLO, P. 1984 Anatomy and morphology of V.A mycorrhizae. See. Ref. 4, pp 5 – 32

BOHER, K.E., FRIESE, C.F., AMON, J.P. 2004. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal in differing wetland habitats. Mycorrhiza 2004 Oct; 14 (5): 329-337.

BOUDET, G. 1970 Pâturages naturels de Haute Moyenne Casamance, IEMVT-LNERV , Dakar , 240P.

BRUNDRETT, M., ABBOTT, L., JASPER, D., MALAJEZUK, N., BOUGHER, N., BRENNAN, K., ASHWATH, N. 1995. Mycorrhizal associations in the Alligator Rivers

Région. Part II Results of Experiments. OFR 171. Office of the Supervising Scientist , Jabir NT.

BLETHEN, C., CAROL, M. 1999. Investigation bamboo as an alternative crop in the Maritime Pacific Northwest. Pacific Northwest Sustainable Agriculture. March. P. 4 - 6

CHAREST, C., DALPÉ, Y., BROWN, A. 1993. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae and chilling on two hybrids of *Zea mays* L. Mycorrhizae 4: 82-92

CHEN , S.L., CHIA , L.C. 1988. Chinese Bamboos. Science Press, Beijing, & Dioscorides Press Inc.

CHILD, R.D., HAROLD, F.H., WAYNE, C.H., ROALD, A.P., REX, D.P. 1984. ARID AND SEMI ARID LANDS: Sustainable Use and Management in Developing countries. Prepared for: AID/NPS Natural Resources Expand Information Base Project. Division of International Affairs. National Park Service Washington, D.C. 20240.

CRONQUIST , 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbus University Press. In the Plant Book. A portable dictionary of the higher plants. MABBERLEY , D.J 1990.

CROUZET, Y. 1981. Les Bambous. Editions Rustica, Paris 120p.

DALPE, Y. 1997. Biodiversité des champignons mycorhiziens. Rapport préparé pour la troisième réunion du « Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA) » . Convention sur la biodiversité , Montréal , Québec , Canada , du premier au 5 sept

DANIELS, B.A., MENGE, J.A. 1980 Hyperparasitism of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology 70: 584-588.

DANIELS, B.A., et SKIPPER, H.D., 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. : Methods and principles of mycorrhizal research, Ed. SCHENK, N. C. American Phytopathological Soc. p : 37 – 45.

DAGET, P. et M. GODRON. 1982. Analyse séquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Paris, Masson. 163p

DAVIS, E.A, YOUNG, J.L. 1985. Endomycorrhizal colonization of glass house grow wheat as influenced by fertilizer salts when banded or soil mixed. Can J.. bot. 63: 1196-1203

DEHNE, H.W. 1982 Interaction between vesicular _arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phytopathology 72: 115-1119

De MERLIER, D. 1998. Gestion durable et valorisation du bambou, *Oxytenanthera abyssinica* (A. RICH) MUNRO., en périphérie du Parc National de Niokolo-Koba (République du Sénégal) : Mémoire de fin d'études pour l'obtention du grade d'Ingénieur Agronome mention Eaux et Forêts. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

De WOLF, J. et VAN DAMME, P. 1989: Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal pérenne dans une zone forestière du Sénégal , rapport final partie A : Etude phytosociologique.

DHILLION, S.S., ANDERSON, R.C., LIBERTA, A.E. 1988. Effect of fire on the mycorrhizal ecology of little bluestem (*Schizachyrium scoparium*). Can. J. Bot. 66: 706-713

DIAGNE, O., SECK, A.S., GASSAMA-DIA, Y.K. 2006. Seasonal and spatial distribution of roots and mycorrhizal fungi under live fences of *Acacia laeta* and *Acacia mellifera* in Sénégal. Southern African Forest Journal – No. 207, July 2006

DIAGNE, O., INGLEBY, K., DEANS, J.D., LINDLEY, D.K., DIAITE, I., NEYRA, M. 2001. Mycorrhizal potential from alley cropping plots in Sénégal. In: Forest Ecology and Management 143: 35-43.

DIALLO, A.T. 1994. Contribution à l'étude taxonomique des glomales (champignons fongiques endomycorhiziens) du Sénégal.

DIOP, T.A., GUEYE, M., PICHE, Y. FORTINA, J.A. 1992. La culture in vitro outil de production d'inocula de mycorhize à vésicules et arbuscules. Séminaire IFS-ORSTOM sur les interactions Plantes – Microorganismes , Dakar 17-22 Février 1992.

DIVER , S. 2001. Bamboo : A Multipurpose Agroforestry Crop. www.attra.org

DOMMERGUES, Y.R., DIEM, H.G. 1982. Microbiology of Tropical Soils and Plant Productivity. Developpement in Plant and Soil Sciences. Volume 5. 328p

DUDDRIDGE, J.A. 1987 .Specificity and recognition in ectomycorrhizal associations. In : Fungal Infection of Plants (Ed. By G.F. Pegg and P.G. Ayres), pp. 25-44. Cambridge University Press, Cambridge.

EVANS, D.G., MILLER, M.H. 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and the soil disturbance induce reduction of nutrient absorption in maize. I. Causal relations. New phytol. 1110: 67-74

FAO, 1978. Forestry For Local Community Development. Forestry Paper, 7. Food and Agriculture Organization , Rome.

GAUR, R.C. 1985 Bamboo Research in India In: Current Research on Bamboos. Proceeding of the International Bamboo Workshop , October 6 – 14 1985 , Hangzhou , People's Republic of China.

GIANINAZZI-PEARSON,V., GIANINAZZI, S. 1987. Morphological interaction and functional compatibility between symbionts in vesicular-arbuscular endomycorrhizal associations. In Cell to Cell signals In Plant , Animal and microbial symbiosis ed. S. ScannerinI, D.C. Smith, P. Bofante-Fasolo, V. Gianinazzi-Pearson. NATO ASI series. In press.

GIANINAZZI-PEARSON, V. 1984. Host fungus specificity in mycorrhizae. In *Genes Involved in Plant-Microbe Interactions*, ed D.P.S VERMA, T.H. HOHN, pp. 225-235. Wien: Springer 393pp

GIOVANNETTI, M. et MOSSE, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84 : 489 – 500.

HARLEY, J.L., SMITH, S.E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Toronto.

HASAN, S. M. 1988. “Lesson from Past studies on the propagation of Bamboo”. *Bamboo Research in Asia*, editors G. LESSARD CHOUINARD. Pp 131-138.

HAYMAN, D.S. 1983. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. *Can.J.Bot* 61: 944-963

HÖGBERG, P. 1986. Mycorrhizal association in some woodland, Forest Trees and Shrubs in Tanzania. *New Phytol* 92: 407-415.

HUTCHINSON, J., DALZIEL, M.D., HUTCHINSON, P., DALZIEL, J.M., KEAY, R.W.J., HEPPER, F.N. 1968. *Flora of West Tropical Africa*. Vol I. Pat 2. 2nd éd. Whitefriars Press Ltd, London, Tombridge, England, 828p.

INGHAM, R.E. 1988. Interactions between nematodes and vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytol* 85: 169-172

INGLEBY, K., DIAGNE, O., DEANS, J.D., LINDLEY, D.K., NEYRA, M., DUCOUSSO, M. 1997. Distribution of Roots, arbuscular mycorrhizal colonisation and spores around fast-growing tree species in Senegal.

ISRA, 1996. Plan stratégique de l'ISRA, (1998-2000). Synthèse des activités scientifiques et chiffrage pp 169

JAIZME-VEGA, C.M, AZCON, R. 1995. Response of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* (1995) 5: 213-217

- JASPER, D.A, ABBOTT, L.K., ROBSON, A.D. 1989. Soil disturbance reduces the infectivity of external hyphae of a VA mycorrhizal fungi. New Phytol., 112: 93-99.
- KENDRICK, B. 1985. The Fifth Kingdom. Mycologue Publications. Waterloo, Ontario.
- KLIRONOMOS, J.N., HART, M.M., GURNEY, J.E., MOUTOGLIS, P. 2001. Interspecific differences in the tolerance of arbuscular mycorrhizal fungi to freezing and drying. Canadian Journal of Botany. 79 (10): 1161-1166 (2001).
- KUMAR, A., SASTRY, C. 1999. The International Network for Bamboo and Rattan. Unasylva , 189, Vol. 50: 48-53
- LE TACON, F., GARBAYE,J., CARR, G. 1987. The use of mycorrhizas in tropical forests. In: Trees and mycorrhiza. Proc of the American seminar, 13-17 April 1987, Kuala Lumpur Ed F.S. NGP. 15632.
- LEYVAL, C., WEISSENHOM, I GLASSHOFF, A., BRETHLELIN, J. 1994. Influence of heavy metalson germination of arbuscular-mycorrhizal fungalspores in soil. Acta Bot. Gallica 141: 523-528
- LEWIS, D.H., 1985. Inter-relationships between carbon nutrition and morphogenesis in mycorrhizas. Mycorrhizae: physiology and genetics. 1st ESM, Dijon 1-5july 1985, Ed. GIANINAZZI-PEARSON,V., GIANINAZZI,S., CNRS – INRA. p : 65 – 73.
- LINDERMAN, R. 1988. Mycorrhizal interaction with the rhizosphere micoflora: The mycorrhizosphere effect Phytopathology 78: 366-371
- McCLURE, F.A. 1957. Bamboos in the genus *Phyllostachys* Under Cultivation in the U.S. Agriculture Hand book N°. 114. 69p.

- MICHELSSEN, A., 1993. Growth improvement of Ethiopian acacias by additional vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi or roots of native plants to non sterile nurse soil. *For. Ecol. Management* , 89: 193-206
- MILLER, R. 1987. VAM in grasslands. In *Ecophysiology of VA mycorrhizal Plants*. Ed Safir, G.R. pp 250-275
- MORTON, J.B., BENNY, G.L. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order , Glomales , Two new suborders , Glomineae and Gigasporineae , with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon* 37: 471-491.
- MUKERJI, K.G, KAPOOR, A. 1986. Occurrence and Importance of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal fungi in Semiarid Regions of India. In: *Forest Ecology and Management* 16: 117-126.
- NDIAYE, A. 2006. Etude des potentialités organogènes in vitro et in vivo chez quatre espèces de bambou (*Bambusa balcoa*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus* sp et *Oxytenanthera abyssinica*). Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle de Biologie Végétale. Université Cheikh Anta Diop.
- OHRNBERGER, D. 1999. The Bamboos of the World: Annotated Nomenclature and Literature of the Species and the Higher and Lower Taxa. Elsevier, Amsterdam. 585p.
- PAVAN KUMAR, P., REDDY, S.R., REDDY, S.M. 2000 Mycorrhizal dependency of some agroforestry tree species. *Indian forester*, Vol 126 n°4 , pp. 397-402.
- PARADIS, R., DALPÉ, Y., CHAREST, C. 1995. The combined effect of arbuscular mycorrhizas and short-term cold exposure on wheat. *New Phytol.* 129: 637-642.
- PFLEGER, F.L., STEWART, E.L., NOYD, R.K. 1994. Role of VAM fungi in mine revegetation In: PFLEGER, F.L., LINDERMAN, B. (ed) , *A Reappraisal of Mycorrhizae in Plant Health. The American Phytopathological Society* , St PAUL, M.N., 47-81

PHILLIPS, J.M. et HAYMAN, D.S., 1970. Improved procedures of clearing roots and staining parasitic and vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc., 55 : 158 – 161.

PIROZYNSKI, K.A., DALPÉ, Y. 1989. The geological history of the Glomaceae with particular reference to mycorrhizal symbiosis. *Symbiosis* 7: 1-36.

PLENCHETTE, C., DUVET, P., PERRIN, R. 1987. The concept of soil infectivity and a method for its determination as applied to endomycorrhizas. Canadian Journal of Botany Vol. 67. 1989.

PREBBLE, R.E., et STIRK, G.B. 1980. Throughfall and stemflow on silverleaf ironbark (*Eucalyptus melanopholia*) trees. *Austral. J. of Ecol.*, 5: 419-427.

REDHEAD, J.F., 1980. Mycorrhiza in natural tropical forests. In: P. Mikola (Editor), *Tropical Mycorrhiza Research*. Clarendon Press, Oxford, pp. 127 – 142.

REDDELL, P., MILNES, A.M. 1992 Mycorrhizas and other specialised Nutrient-acquisition Strategies: Their Occurrence in Woodland Plants from Kakadu and their Role in Rehabilitation of Waste Rock Dumps at a local Uranium Mine. *Aust. J. Bot.*, 1992 , 40 , 223-242

SBRANA, C., GIOVANNETTI, M., VITAGLIANO, C. 1994. The effect of mycorrhizal infection on survival and growth renewal of micropropagated fruit rootstocks In *Mycorrhiza* 5: 153-156.

SCHENCK, N.C., PEREZ, Y. 1988. *MANUAL for the IDENTIFICATION of VA MYCORRHIZAL FUNGI* ed INVAM.

SCHWEIGER, P.F., ROBSON, A.D., BARROW, N.J. 1995. Root hair length determines beneficial effect of a *Glomus* species on shoot growth of some pasture species. New Phytologist 131: 247-254.

SENE, M. 1998. Bamboo in Africa: A Neglected Resource. African Expert Consultation on Bamboo and Rattan, Johannesburg, South Africa, Aug. 31- Sept. 2 1998

SHETTY, K.G., HENRICK, B.A.D., SCHWAB, A.P. 1995. Effect of mycorrhiza fertilizer amendements on zinc tolerance of plants. Environmental Pollution 88: 307-314.

SIEVERDING, E., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems Eschborn , Federal Republic of Germany , 371 pp.

SIQUEIRA , J.O., SAFIR, G.R., NAIR, M.G. 1991 Stimulation of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation and growth of white clover by flavonoid compounds New. Phytol. 118: 87-93

SMITH, S.E., GIANINAZZI-PEARSON, V. 1988. Physiological Interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 221-242

SUBRAMANIAN, K.S., CHAREST, C. DWYER, L.M. & HAMILTON, R.I. 1995. Arbuscular mycorrhiza sand water relations in maize under drought stress at tasseling. New Phytol. 129: 643-650.

TARAFDAR, J.C., RAO, A.V. 1993 Possibilities of manipulating mycorrhizal associations for higher production in *Prosopis juliflora*. In *Prosopis Species in the Arid and Semi-arid Zones of Indian* pp 47-48 Ed. TENVARI, J.C., PASIECZNIK, N.M, HARISH, L.N, HARISH, P.J.C.

THOMAS, P.S., DAKESSIAN, S., ARNES, R.N., BROWN, M.S.; BETHLENFALVAY, G.J. 1986. Aggregation of silty clay loam soil by mycorrhizal onion roots. Soil Sci. Soc. An. J. 50, 1494-1499

THOMPSON, J.P. 1987. Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizae in long fallow disorder crops field crops and its expression in phosphorus deficiency of sunflower. Aust. J. Agric. Res. 38 , 847-867.

THIAM, A.T. 1992. Plan d'aménagement , d'exploitation sylvopastoral et de protection de la forêt classée de Dabo. Analyse économique et financière des activités (Consultant FAO , 100pp)

TURTLE et SUE 1995. Bamboo shoots = good food. Temperate bamboo Quarterly. Vol II, N°. 12 (Spring-Summer). p. 8-11.

VANDEN BREGHEN , C. 1991. Flore Illustrée du Sénégal. Monocotylédones et Ptéridophytes. Tome X.

VIDAL. 2002. Le Dictionnaire Encyclopédie Médicale.

WALLACE, L.L. 1987 Effects of clipping and soil compaction on growth morphology and mycorrhizal colonization of schyzachirium scoparium , C₄ brunchgrass. Oecologia (Berl) 72 , 423-428.

WILSON, J., MUNRO, R.C., INGLEBY, K., MASON, P.A., JEFWA, J., MUTHOKA, P.N, DICK, J. Mc P., LEAKEY, R.R.B. 1991. The establishment in semi-arid lands of Kenya Role of mycorrhizal inoculation and water retaning polymer. For. Ecol. Manage. 45: 153-163

ZHANG, Y., GUO, L.D., LIU, R.J. 2003. Survey of arbuscular fungi in deforested and natural forest land in the subtropical region of Dujiangyan, southwest China

Annexes

Annexe I : Autres espèces de Bambou

Bambou à rhizome cespieux	Bambou à rhizome traçant
<i>Ampelocamamus scandens</i>	<i>Arundinaria alpina</i>
<i>Bambusa arnhemica</i>	<i>Chimonobambusa macrophylla</i>
<i>Chusquea coronalis</i>	<i>Chusquea andina</i>
<i>Dendrocalamus asper</i>	<i>Hibanobambusa tranquillans</i>
<i>Fargesia adpressa</i>	<i>Indocalamus la tifolius</i>
<i>Gigantochloa apus</i>	<i>Indosasa crassiflora</i>
<i>Melocana baccifera</i>	<i>Oligostachyum glabrescens</i>
<i>Neohouzeaua mekonfenis</i>	<i>Phyllostachys acuta</i>
<i>Oxutenanthera braunii</i>	<i>Qiongzhuea macrophylla</i>
<i>Rhipidocladum pittieri</i>	<i>Sasa kagamiana</i>
<i>Thamnocalamus aristatus</i>	<i>Snobambusa gigantea</i>

Annexe II : Les éléments nutritifs contenus dans 100 g d'une pousse de bambou

Eléments	Quantité
fibres	0,5 à 0,77 g
Calcium	81 à 96 g
Fer	0,5 à 1,7 mg
Vitamine C	3,2 à 5,7 mg
Vitamine B ₁	0,07 à 0,14 mg
Protéines	1,3 à 2,3 g
Hydrates de carbone	4,2 à 1,6 g
Phosphore	42 à 59 g
Glucose	1,8 à 4,1 g

Source : Kumar et Sastry (1999)

Annexe III : Coordonnées GPS des différents sites

Sites	X	Y
Tabassaye Mandingue	558 029	1 428 794
Santhiou Samba Diabounding	558 236	1 429 336
Touunkoye Allett	504 795	1 449 031
Saré Koupé1	506 320	1 449 031
Saré Koupé2	503 368	1 451 211
Saré Koupé3	507 361	1 447 879

X : Latitude ; **Y** : Longitude

Résumé

L'objectif de cette étude était de connaître la distribution des racines de *Oxytenanthera abyssinica*, son statut mycorhizien et son association avec les autres espèces dans quelques sites de la région de Kolda. Pour cela des échantillons de sol ont été prélevés sous des pieds de *O. abyssinica* dans six sites au niveau de la région de Kolda. Les prélèvements ont été faits suivant deux transects, à deux distances des tiges de *O. abyssinica* (0 et 20 cm) et au niveau de deux profondeurs (0-10cm et 10-25cm) pour chaque distance. La concentration racinaire, l'infection endomycorhizienne ainsi que le nombre de spores ont été estimés.

La concentration racinaire a été plus élevée entre 0 et 10cm de profondeur et à 20cm des tiges de *O. abyssinica*. La concentration racinaire a été plus élevée au niveau de la forêt de Saré Koupé. La moyenne générale de la concentration racinaire a été de 176,58 cm/100 g de sol sec. Les racines de *O. abyssinica* ont été infectées dans tous les sites visités avec une intensité d'infection comprise entre 19,28 % et 43,09 %. Il n'existe pas de différences significatives sur l'intensité de l'infection endomycorhizienne, ni entre les deux distances de prélèvement, ni entre les deux profondeurs de prélèvement. Le nombre de spores par 100 g de sol sec a été élevé avec une moyenne générale de 146,28 spores/100 g de sol sec. Le nombre de spores a été plus élevé entre 0 et 10 cm de profondeur. Il n'existe pas de différences significatives sur le nombre de spores trouvé entre les deux distances de prélèvement. La strate ligneuse des sites visités a été dominée par les Combrétacées, notamment par les espèces *Combretum glutinosum* et *Terminalia macroptera*. Le pourcentage de recouvrement des Combrétacées dans l'ensemble de la zone d'étude a été de 54,5%. *O. abyssinica* a présenté des taux de recouvrement comprise entre 2/5 et 4/5. Une forte régénération naturelle du bambou a été notée dans certains sites.

Mots clés : *Oxytenanthera abyssinica*, champignons endomycorhiziens, racines, spores, infection, recouvrement, Kolda.