

# Statut mycorhizien de l'okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre) en régénération artificielle au sud Cameroun

N.A. Onguene\*, J.P.M. Tsimi\*\* & M.J.E. Balla\*\*\*

Keywords: Okoume– *Arbuscular mycorrhiza*– Forestry plantation

## Résumé

Cette étude décrit le statut mycorhizien de l'okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre), une burséracée endémique des forêts humides du Gabon. A l'instar de la plupart des essences forestières tropicales, l'okoumé forme des symbioses mycorhiziennes à arbuscules. La colonisation mycorhizienne des racines d'okoumé en régénération artificielle a été étudiée sur des arbres plantés entre 1950 et 1989 dans la Réserve de la Kienké au sud Cameroun. Les okoumés ont un diamètre moyen à poitrine d'homme (DMH) de 40 cm, quinze ans après plantation. Le DMH est fortement et positivement corrélé à l'âge des arbres mais négativement au taux de colonisation mycorhizienne (TCM). Le TCM le plus élevé est atteint quinze ans après plantation, et décline ensuite, suggérant que les arbres adultes d'okoumé exerceraient un contrôle sur la colonisation mycorhizienne. En l'absence de travaux d'éclaircies, la performance relativement bonne des okoumés hors de son aire naturelle semble soutenue par diverses associations mycorhiziennes. Car, presque tous les genres de Glomales ont été observés dans les racines d'okoumé indépendamment de l'âge, indiquant que l'okoumé est fortement dépendant des mycorhizes.

## Summary

### Mycorrhizal Status of Okoume (*Aucoumea klaineana* Pierre) in Artificial Regeneration in South Cameroon

This study described the mycorrhizal status of okoume (*Aucoumea klaineana* Pierre), an endemic burseraceae of the humid forests of Gabon. Like most tropical forest timbers, okoume forms arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhizal root colonisation of okoume in artificial regeneration was investigated on trees planted between 1950 and 1989 in the Kienke Reserve of south Cameroon. Diameter at breast height (DBH) of okoume trees was on average 40 cm fifteen years after plantation. DBH was highly positively correlated to tree age but negatively to percent root colonisation (PRC). The highest PRC was reached fifteen years after planting, and declined thereafter, suggesting that adult trees of okoume could exert a control over mycorrhizal colonisation. In the absence of selective clear-cuttings, the relatively good growth performance of okoume outside of its natural growth range appears to be sustained by diverse mycorrhizal associations. For, almost all Glomalean genera were observed in okoume roots, independently of age, indicating that okoume is strongly mycorrhiza-dependent.

## Introduction

L'okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre) est la principale essence d'exportation du Gabon, de la Guinée Equatoriale et du Congo (2). En 1997, elle a constitué 70 et 85% des exportations de bois respectivement dans les deux premiers pays cités (3). Il se trouve naturellement en peuplements presque purs au Gabon avec une large expansion sur la Guinée Equatoriale et le Congo. Au sud Cameroun où il déborde légèrement, l'okoumé trouve sa limite de distribution naturelle dans la région de Ma'an (14). C'est une espèce grégaire et pionnière dont le bois convient parfaitement à la fabrication de contre-plaqués. Cependant, peu d'informations existent sur les facteurs biologiques qui soutiennent la croissance de l'arbre et déterminent sa régénération naturelle.

Depuis cinq décennies, l'importance physiologique des mycorhizes est de plus en plus reconnue, mais le statut mycorhizien des principales essences expor-

tées des forêts tropicales humides reste peu connu. Les mycorhizes résultent de relations mutuellement bénéfiques et obligatoires entre les racines de la plupart des plantes supérieures et certains champignons du sol appelés champignons mycorhiziens. Elles sont pérennes, indispensables, et constituent la principale source minérale pour la majorité des essences forestières tropicales (11, 15). En conséquence, les plantes mycorhizées se développent rapidement et mieux dans des sols peu fertiles et sans apports nutritifs externes, en plus d'autres bénéfices tels que la préservation de l'état sanitaire des plants en raison de leur résistance aux pathogènes comme ceux responsables de la fonte des semis, et une bonne homogénéité des peuplements (2, 17). L'objectif de cette investigation était d'étudier le statut mycorhizien de l'okoumé en régénération artificielle au sud Cameroun.

\* Programme Sol, Eaux et Atmosphère de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD). B.P. 2067, Yaoundé, Cameroun.

\*\* Office National de Développement des Forêts (ONADEF), Edea-Kribi, Homologue au Team Leader du Programme Tropenbos Cameroun.

\*\*\* Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Mbalmayo, Cameroun.

Reçu le 03.01.01. et accepté pour publication le 30.05.02.

## Matériel et méthodes

### Présentation du site d'étude

L'étude a été conduite dans la réserve forestière de la Kienké-sud (appelée dans la suite Réserve), située à environ 30 km au sud-est de Kribi. La forêt de la Kienké est incluse dans le massif forestier Atlantique Biafréen (14). Le classement de cette forêt dans le domaine privé de l'Etat remonte au 8 novembre 1947. Mais, les premières plantations d'okoumé ont été réalisées à partir de 1950 et poursuivies jusqu'en 1989. Elles sont localisées le long de la route nationale Kribi – Akom II – Ebolowa, dans quatre bases: Bidou III (1430 ha), Nkolbewa (1127 ha), Elon (2125 ha) et Melen (1273 ha) (4).

La région est soumise à un climat équatorial. La pluviosité très élevée varie entre 2000 et 2500 mm (19). Les précipitations se répartissent en deux périodes pluvieuses (septembre - novembre et avril - juin) séparées par deux saisons sèches, l'une qui est longue et bien marquée (décembre - mars), l'autre courte et peu prononcée (juillet - août). Le relief de la région est celui d'une plaine de faible altitude (< 30 m). Les sols ferrallitiques ocres et acides sont issus d'une roche-mère métamorphique (gneiss) du Précambrien inférieur (14).

Au regard de l'histoire de sa création, sa position géographique, proche de Kribi, où existent deux grandes compagnies agro-industrielles, SOCAPALM (les palmeraies du Cameroun) et HEVECAM (les plantations d'héveas du Cameroun), et de plusieurs compagnies d'exploitation forestière, la Réserve est soumise à de nombreuses pressions anthropiques – plusieurs cycles d'exploitation forestière illégale, défrichements agricoles depuis une trentaine d'années – qui ont énormément modifié sa physionomie avec la présence d'habitations et même de villages entiers.

### Dispositif expérimental, mesures et collecte des racines

Les okoumés au sud Cameroun ont été plantés par la méthode de recrû à la densité de 400 tiges/ha (écartement 5 m x 5 m). A partir de la carte de la Réserve, des plantations de quatre périodes: 1950 à 1959, 1960 à 1969, 1970 à 1979, 1980 à 1989, ont été identifiées dans la base de Melen. Pour chaque période, cinquante arbres apparemment sains (dépourvus de signes visibles de chancres, à fût cylindrique sans nœuds et défauts divers tels que les cannelures, méplats, fil tors) ont été choisis au hasard, soit dix arbres par année de plantation. Au cours de notre investigation, dominants, codominants et dominés n'ont pas été distingués les uns des autres. Les arbres retenus étaient distants les uns des autres d'au moins 50 mètres. A part des observations sur l'état sanitaire global des arbres, le diamètre à poitrine d'homme a été calculé après mesures des circonférences à 1,30 m, à l'aide d'un ruban de 2,50 m de longueur totale, et à partir de la relation:  $d = c/\pi$ , où  $c$  est la circonférence et  $d$ , le diamètre.

A partir de la racine principale rattachée au collet de l'arbre sélectionné, des échantillons de racines fines

ont été prélevés, dans la direction des quatre points cardinaux, et mélangés en un échantillon composite par arbre. Environ 5 g de racines fines ont été ainsi collectés, puis, conservés dans 50% d'alcool éthylique. Avant examen en laboratoire, les racines ont été abondamment rincées à l'eau de robinet, puis réparées en trois sous – échantillons d'environ 1 g chacun. De ces derniers, environ 0,5 g de racines ont été sectionnés en fragments de 1 à 2 cm de long, avant d'être trempés dans 10% de potasse (KOH) pendant 24 heures. Les racines d'okoumé fortement pigmentées ont été placées dans une solution de peroxyde à 10% mélangée à la soude diluée à 20% pendant une heure. Les racines ainsi traitées ont été de nouveau rincées 3 fois à l'eau de robinet. Ensuite, elles ont été trempées dans une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 1% pendant 3 minutes. Après avoir enlevé l'acide, les racines ont été colorées dans une solution de fuchsine acide pendant 2 jours. La solution de fuchsine acide est fabriquée à partir de 1750 ml d'acide lactique, 126 ml de glycérine, 126 ml d'eau et 0,15 g de fuchsine acide. Enfin, les racines ont été décolorées pendant deux jours dans une solution d'acide lactique dépourvue de la fuchsine acide (20). La collecte des racines d'okoumé plantés et celles de jeunes arbres en régénération naturelle hors parcelle de plantation a eu lieu en mars 1999.

### Observation et évaluation de la colonisation mycorhizienne

L'examen qualitatif a consisté à choisir trois fois, et au hasard, 5 - 6 fragments (1 - 2 cm) de racines colorées par échantillon, à les monter entre lame et lamelle, à les écraser légèrement, puis, à les observer sous microscope à grossissements de 100 et 400 fois, et à noter les structures mycorhiziennes: arbuscules, cloisons d'hyphes, vésicules, hyphes intra- et intercellulaires, hyphes extramatricielles et corps auxiliaires. Le taux de colonisation racinaire a été estimé selon la méthode d'intersection de grilles (10). L'échantillon de racines décolorées est répandu en couche homogène dans une boîte de Pétri quadrillée, de manière à ne pas superposer les fragments de racines. Puis, en observant à travers les objectifs d'une loupe binoculaire à un grossissement de 40 fois, la présence ou l'absence de structures du champignon mycorhizien à l'intersection des grilles et du fragment de racine est enregistré à l'aide d'un compteur manuel à plusieurs touches. Le taux de colonisation mycorhizienne est obtenu lorsqu'au moins 100 intersections ont été évaluées.

### Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données a été faite à partir du logiciel SPSS (23). Toutes les données ont été testées pour la normalité et l'homogénéité des variances à l'aide du test de Levene avant l'analyse de variance. La comparaison des moyennes a été faite à l'aide du test de Duncan. Les coefficients de corrélation de Spearman ont été calculés entre toutes les variables.

## Résultats

Le diamètre à hauteur de poitrine d'homme est significativement et positivement corrélé à l'âge des arbres ( $R= 0,809$ ;  $P< 0,001$ ). L'analyse de variance montre que l'âge des arbres affecte significativement le diamètre à 1,30 m ( $F= 23,9$ ;  $P< 0,001$ ). Il décrit deux paliers: il est très bas chez les sujets âgés de 15 à 25 ans et très élevé chez les arbres âgés de 35 à 45 ans (Figure 1). Il atteint 40 cm après quinze ans.

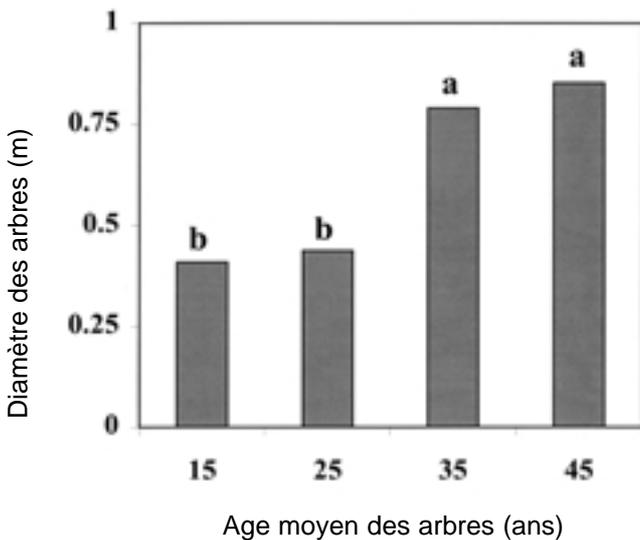


Figure 1: Evolution du diamètre à hauteur de poitrine d'homme en fonction de l'âge des arbres d'okoumé en régénération artificielle dans la réserve de la Kienke-Sud, Cameroun.

Les racines d'okoumé sont superficielles, grossières, avec deux à trois branches latérales et nanties d'éléments fins, longs et courts, en forme de poire.

De notre étude, aucun échantillon de racines d'okoumé n'était dépourvu de structures mycorhiziennes. L'observation des racines d'okoumé montre une gamme variée d'espèces de la plupart des champignons mycorhiziens à arbuscules: des vésicules de formes variées (ovales, oblongues, rectangulaires), des hyphes intracellulaires fines et parallèles et d'autres à paroi plus épaisse et tortueuses, deux types de corps auxiliaires. Ces structures ont été observées indépendamment de l'âge. Mais, très peu d'arbuscules et de cloisons d'hyphes ont été observés. Les arbuscules ont été observés surtout chez les jeunes arbres en régénération naturelle.

Le coefficient de corrélation entre le taux de colonisation mycorhizienne (TCM) et le diamètre à 1,30 m est de:  $R= - 0,525$ ;  $P< 0,001$ . L'analyse de variance indique que l'âge des arbres a une influence significative sur le TCM ( $F= 11,9$ ;  $P< 0,001$ ). Le TCM le plus élevé est atteint vers quinze ans, et décline ensuite mais sans différence significative chez les arbres plus âgés (Figure 2). Les jeunes arbres d'okoumé en régénération naturelle autour de la Réserve ont un TCM moyen d'environ 50%.

## Discussion

L'okoumé en régénération artificielle au sud Cameroun semble relativement bien se comporter au regard de l'accroissement en diamètre. Le diamètre moyen des okoumés à 1,30 m atteint 40 cm après quinze ans au sud Cameroun. Ce qui correspond à un taux d'accroissement de 2,66 cm par an. Cette valeur supérieure à celle de Wencelius (25) est voisine de celle de Ntsengue (18). Mais, ce dernier auteur relève une large proportion de nombreux défauts chez les okoumés, notamment de nombreux signes de chancres, cannelures et méplats. Ce qui pourrait entraîner une récolte moindre de bois d'œuvre. La raison principale évoquée est le manque de travaux d'éclaircies en plantations. Par conséquent, les performances relativement satisfaisantes actuelles de l'okoumé en régénération artificielle au sud Cameroun résultent surtout de seuls processus écologiques-clés de maintien de la fertilité des sols (décomposition de la matière organique, minéralisation des éléments nutritifs), et surtout des activités mycorhiziennes d'amélioration de l'absorption minérale des arbres.

La forme piriforme de certains éléments fins des racines d'okoumé décrit une hétérozhie: système racinaire avec des éléments long et courts, résultant d'une capacité réduite de la croissance longitudinale de certaines racines latérales fines. L'aspect hétérozhique des racines est typique des espèces ectomycorhiziennes, mais certaines plantes formant des mycorhizes à arbuscules possèdent aussi cette caractéristique racinaire (9). C'est le cas de l'okoumé qui forme des mycorhizes à arbuscules typiques.

La présence d'arbuscules a été considérée jusqu'ici comme seuls indices de mycorhizes fonctionnelles. Au cours de cette investigation, peu d'arbuscules ont été observés dans les racines d'okoumé, confirmant les observations de rareté arbusculaire dans les racines d'essences en forêts néotropicales (6) et tro-

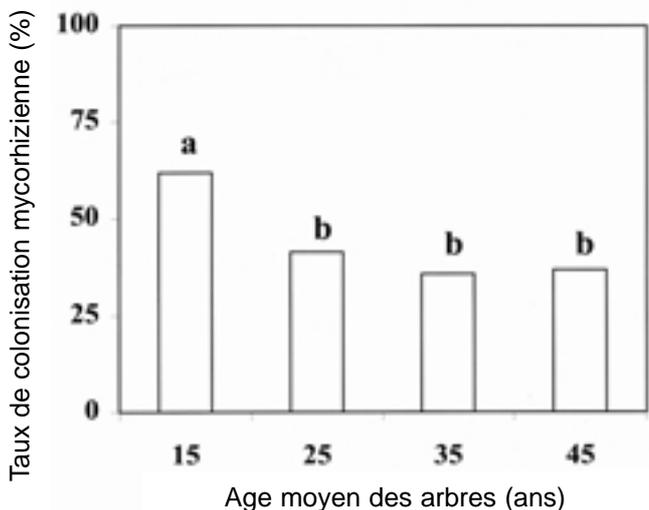


Figure 2: Evolution du taux de colonisation mycorhizienne des racines d'okoumé en fonction de l'âge des arbres en régénération artificielle dans la réserve de la Kienke-Sud, Cameroun.

picales humides (1, 20). Peu de cloisons d'hyphes ont également été notées. La morphologie racinaire peut influencer la quantité d'arbuscules et de cloisons d'hyphes produites par la plante-hôte. La diversité structurale des mycorhizes a été récemment révisée et deux types sont grossièrement reconnus: le type *Arum* et le type *Paris* (22). Le type *Arum* se distingue par une phase intercellulaire de croissance exubérante d'hyphes et une production d'arbuscules terminaux sur les branches d'hyphes intracellulaires. Le type *Paris* se caractérise par une croissance d'hyphes intracellulaires considérables produisant des cloisons d'hyphes.

Les racines d'okoumé restent mycorhizées pendant tout son cycle de vie. Le taux moyen de colonisation mycorhizienne d'okoumé en plantation au sud Cameroun est relativement élevé indépendamment de l'âge des arbres. Ce qui suggère que l'okoumé dépend fortement des associations mycorhiziennes. Une relation inverse a été suggérée entre la dépendance mycorhizienne et le stade de succession végétale. Janos (12) postule que les espèces pionnières sont facultativement mycotrophiques contrairement aux espèces climaciques. Mais, cet auteur soutient aussi que la relation entre stade de succession végétale et indépendance mycorhizienne reste vague. L'okoumé est une espèce pionnière qui régénère abondamment dans des trouées naturelles ou humaines (8). La condition primitive des plantes est celle d'une forte dépendance mycorhizienne et une colonisation racinaire élevée contrairement aux plantes plus évoluées (24).

Les caractéristiques des racines sont habituellement en forte corrélation avec la formation et l'abondance mycorhizienne (5). Les racines grossières avec peu ou dépourvues de poils absorbants sont souvent fortement mycorhizées alors que les racines fortement et finement branchées et nanties de nombreux poils absorbants semblent tirer peu de bénéfices nutritionnels des associations mycorhiziennes en conditions contrôlées (16). Les racines d'okoumé sont grossières, fortement branchées, hétérozygiques et avec peu de courts poils absorbants, mais demeurent aussi constamment colonisées par les champignons mycorhiziens arbusculaires pendant son cycle de vie, en raison certainement de la pauvreté des sols. La colonisation mycorhizienne d'essences dans les trouées de lumière pourrait être plus élevée que celle d'essences sous ombrage en raison d'une forte activité photosynthétique et probablement d'une plus grande

disponibilité de carbohydrates pour le champignon mycorhizien (21).

Deux hypothèses empiriques ont été retenues pour le choix de la date des éclaircies dans les plantations d'okoumé du sud Cameroun: une seule éclaircie autour de 10 ans (7) et deux éclaircies entre 8 et 15 ans (13). La forte colonisation mycorhizienne (et la présence de nombreuses arbuscules observées chez les jeunes okoumés) culminant vers 15 ans après plantation et la corrélation négative entre le TCM et l'âge des arbres suggèrent deux périodes d'activité mycorhizienne chez l'okoumé. Au cours de la première phase de croissance (0 à 15 ans), l'okoumé investit en carbone pour des besoins physiologiques et immédiats procurés par une colonisation mycorhizienne intense au stade juvénile. Donc, une intervention humaine de dévitalisation avant cette période pourrait s'avérer préjudiciable à l'activité fonctionnelle des mycorhizes. A cette première phase d'activité mycorhizienne intense et croissante succède une phase d'activités mycorhiziennes réduites mais constantes: l'okoumé adulte semble réguler la symbiose mycorhizienne pour ses besoins futurs, en maintenant l'intensité mycorhizienne à un niveau constant. Par conséquent, des éclaircies peuvent survenir quinze ans après plantation sans préjudice pour les activités mycorhiziennes de l'okoumé.

En conclusion, la tolérance écologique de l'okoumé hors de son aire de distribution naturelle en plantation sans travaux d'éclaircies apparaît maintenue par une diversité d'associations mycorhiziennes et une colonisation racinaire intense soutenues tout au long de son cycle de vie. Les interventions sylvicoles d'éclaircies semblent plus appropriées vers le milieu de la seconde décennie de croissance.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Fondation Néerlandaise de la recherche scientifique (NWO), l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT), le Gouvernement camerounais à travers l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) et l'Office National de Développement des Forêts (ONADEF) qui ont financé respectivement les travaux des auteurs. L'assistance dans la collecte des données et des racines dans la Réserve a été assurée par Serge Aba'a Aba'a, et l'assistance au laboratoire pour la saisie des données et du manuscrit par Véronique Onguene.

## Références bibliographiques

- Alexander I.J., 1989, Mycorrhizas in tropical forests. In: J Proctor (ed.), Mineral nutrients in tropical forests and savanna ecosystems, pp 169-188, Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Anonyme, 1989, Mémento du Forestier. Techniques rurales en Afrique, 3<sup>e</sup> édition, Centre Technique Forestier Tropical, Ministère de la Coopération et du Développement, Paris, France, 1579 p.
- Anonyme, 1999a, ATIBT Newsletter 1999, July N°10.
- Anonyme, 1999b, Note de présentation de la réserve forestière de l'agence ONADEF, Edea. Fév. 1999, 3 p.
- Baylis G.T.S., 1975, *Magnolioid mycorrhiza* and mycotrophy in root systems derived from it: In: FE Sanders, B Mosse, PB Tinker (eds.). Endomycorrhizas, London, Academic Press, p 373 à 389.
- Béreau M., Gazel M. & Garbaye J., 1997, Les symbioses mycorhiziennes des arbres de la forêt tropicale de la Guyane française. Can. J. Bot. 75, 711-716.
- Bibani R. 1984, Adaptation, croissance et productivité de l'okoumé dans la région d'Edéa. SRF, Edéa, 86 p.

8. Brunck F., Grison F. & Maitre H.F., 1990, L'okoumé (*Ocoumea klaineana*, Pierre). Monographie. Nogent-sur-Marne, France, Centre Technique Forestier Tropical, 102 p.
9. Brundrett M., Bougher N., Dell B., Grovet T. & Malajczuk N., 1996, Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR Monograph 32, Canberra, 374 p.
10. Giovannetti M. & Mosse B., 1980, An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular infection in roots. *New Phytol.* 84, 489-500.
11. Janos D.P., 1983, Tropical mycorrhizas, nutrient cycling and plant growth. *In: Sutton SL, Whitmore TC, Chadwick AC (eds.)*, Tropical Rain Forest: Ecology and Management, Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 337 à 345.
12. Janos D.P., 1996, Mycorrhizas, succession and rehabilitation of deforested lands in the humid tropics: *In: JC Frankland N Magan, JGM Gadd (eds.)*, Fungi and environmental change, Cambridge University Press, Cambridge, p. 129 à 161.
13. Leroy D.J., 1974, De la théorie à la pratique des éclaircies dans les plantations d'okoumé. 3<sup>e</sup> lettre sur la sylviculture. CTFT, Libreville, 40 p.
14. Letouzey R., 1968, Etude phytogéographique du Cameroun. Ed.P Le Chevalier, Paris, 511 p. + annexes.
15. Le Tacon F.I., Garbaye J. & Ba A., 1987, L'importance des symbioses racinaires pour les arbres forestiers en zone tropicale sèche et en zone tropicale humide. *In: Trees for development in sub-saharan Africa. Proceedings of a regional seminar held in Nairobi, Kenya, February 20-25, 1989. International Foundation for Science (IFS), Nairobi, Kenya.*
16. Manjunath A. & Habte M., 1991, Root morphological characteristics of host species having distinct mycorrhizal dependency. *Can. J. Bot.* 69, 671-676.
17. Newsham K.K., Fitter A.H. & Watkinson A.R., 1995, Multifunctionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. *Trends Ecol. Evol* 18, 243-270.
18. Ntsengue L.J., 1988, Table de production pour l'okoumé (*Okoumea klaineana*) dans la Réserve forestière de la Kienke-sud (Kribi). Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Université de Dschang, 78 p.
19. Olivry J.C., 1986, Fleuves et rivières du Cameroun. Collection Monographies Hydrologiques de l'ORSTOM 9, Paris, France.
20. Onguene A.N. & Kuyper Th. W., 2001, Mycorrhizal associations in the rain forest of south Cameroon. *For. Ecol. Manag.* 140, 277-287.
21. Smith F.A. & Smith S.E., 1996, Mutualism and parasitism: diversity in function and structure in the arbuscular (VA) mycorrhizal symbiosis. *Advances in Botanical Research* 22, 143.
22. Smith F.A. & Smith S.E., 1997, Structural diversity in (vesicular)-arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytol.* 137, 373-388.
23. SPSS Inc., 1993, SPSS – X users' Guide. 4<sup>th</sup> ed. Gorinchem, The Netherlands.
24. Stubblefield S.P., Taylor N. & Trappe J.M., 1987, Fossil mycorrhizae: a case for symbiosis. *Science*, 237, 59-60.
25. Wencelius F., 1980, Premiers résultats de l'étude des parcelles expérimentales d'okoumé de la forêt de la Kienké, Edea, SRF 22 p.

N.A. Onguene\*, Camerounais, Ph.D de l'Université de Wageningen, Microbiologiste du sol au Programme Sol, Eaux et Atmosphère de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD). B.P. 2067, Yaoundé, Cameroun.

J.P.M. Tsimi\*\*, Camerounais, Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasse, chef d'Agence, Office National de Développement des Forêts (ONADEF), Edea-Kribi, Homologue au Team Leader du Programme Tropenbos Cameroun.

M.J.E. Balla\*\*\*, Camerounais, Technicien Supérieur des Eaux, Forêts et Chasse, Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Mbalmayo, Cameroun.