
Abondance et distribution des associations mycorhiziennes en forêt tropicale humide du sud Cameroun

Nérée ONGUENE AWANA

Chercheur, Programme Tropenbos Cameroun, B.P 219, Kribi, Cameroun

Résumé

Malgré l'importance des associations mycorhiziennes dans la facilitation de l'absorption minérale en sols pauvres et dans l'amélioration de la productivité en plantations, celles-ci ont suscité très peu d'intérêts dans les programmes d'aménagement des écosystèmes forestiers tropicaux. Un projet est en cours d'exécution au sein du Programme Tropenbos Cameroun (PTC) pour étudier les associations mycorhiziennes en forêt tropicale humide du sud Cameroun. Une centaine d'essences d'importance variable ont été sélectionnées ainsi que trois espèces locales de *Gnetum*. Trois sites ont été choisis en basse altitude (50 - 350 m), moyenne altitude (350 - 500 m) et haute altitude (500 - 800 m). Dans chaque site, deux parcelles expérimentales ont été installées en forêt primaire. Un inventaire sélectif y a été conduit. L'examen des racines a permis de déterminer le statut mycorhizien des espèces sélectionnées. Il ressort que :

- soixante-dix essences sélectionnées forment uniquement des associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules (MAV),
- trente essences et les trois espèces de *Gnetum* forment des associations ectomycorhiziennes (ECM).

Peu d'associations mycorhiziennes mixtes ont été observées. Les associations MAV dominent dans la plupart des formations végétales. Cependant, il subsiste de nombreuses lianes ectomycorhiziennes de *Gnetum* dans les jachères à *Chromolaena odorata*. Par ailleurs, les essences ectomycorhiziennes apparaissent regroupées en peuplements en forêt primaire dans les trois sites. Une telle distribution floristique constitue une base rationnelle pour la délimitation d'aires de conservation et implique des traitements sylvicoles particuliers.

Summary

In spite of the importance of mycorrhizal associations in the facilitation of mineral absorption and improvement of productivity in plantations, mycorrhizal associations have hardly been involved in management programs of tropical rain forests. A project is being carried out within the Tropenbos Cameroon Programme (TCP) to study the mycorrhizal associations in the tropical rain forest of south Cameroon. One hundred timber species of various importance and local *Gnetum* species were selected. Three sites were chosen at low (50 - 350 m), mid (350 - 500 m) and high (500 - 800 m) elevations. In each site, two experimental plots were set in primary forest. A selective inventory was carried out. Microscopic root observation allowed to determine the mycorrhizal status of selected species. Seventy species formed uniquely vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM) ; thirty timbers and the three *Gnetum* species formed ectomycorrhizae (ECM). Few dual mycorrhizal associations were observed. VAM associations prevailed in most vegetation stands. However, numerous ectomycorrhizal lianas of *Gnetum* existed in fallow of *Chromolaena odorata*. On the other hand, ECM timber species occurred in clusters in primary forest stands at the three sites. Such a floristic distribution may serve as a sound basis for the setting of conservation areas and implies particular silvicultural treatments.

Introduction

Depuis quelques décennies, la problématique de la déforestation, en particulier sous les Tropiques, suscite une attention internationale considérable. Les conséquences de la déforestation sont la réduction de la biodiversité, la diminution de l'offre des bois tropicaux sur les marchés, la destruction des bassins-versants, la détérioration des sols forestiers et la menace sur la survie culturelle des populations autochtones et riveraines des forêts. Aussi, la Conférence de Rio en 1992 avait-elle préconisé la gestion durable des forêts comme moyen le plus efficace contre leur dégradation accélérée.

Afin de mettre en pratique cette mesure, des organismes internationaux compétents (Banque Mondiale, FAO, OIBT) invitèrent les gouvernements des pays forestiers tropicaux à placer le plus rapidement possible leurs forêts sous aménagement forestier durable. Cependant, le concept nouveau d'aménagement forestier durable, c'est-à-dire selon la FAO, la mise en valeur et la conservation des ressources forestières naturelles pour l'usage des générations actuelles et futures, n'avait jamais été appliqué, *stricto sensu*, aux forêts tropicales humides (Catinot, 1997), en raison du manque de connaissances scientifiques de base sur la croissance et le développement des écosystèmes forestiers tropicaux.

Le fonctionnement des massifs forestiers tropicaux dépend étroitement des relations mutuellement bénéfiques entre les racines de la plupart des plantes et certains types de champignons, formant ainsi des mycorhizes. Il en résulte donc des associations mycorhiziennes, impliquées dans la facilitation de l'absorption minérale, surtout en sols pauvres qui dominent les forêts tropicales humides. Ainsi, les associations mycorhiziennes rendraient efficacement leur productivité aux sols tropicaux, réputés déficients en éléments nutritifs majeurs tel le Phosphore (P). Cette fonction permet par conséquent d'assurer la productivité en plantations. Par ailleurs, les associations mycorhiziennes sont à la base de la biodiversité floristique et fongique des forêts tropicales humides, car certaines essences n'existent dans certains secteurs de forêt que grâce à la présence de champignons mycorhiziens.

Dans la mise en pratique de la régénération naturelle préconisée pour la gestion durable des forêts tropicales humides, les associations mycorhiziennes vont désormais occuper une place prépondérante dans l'enrichissement de portions de forêt, par plantations limitées à des secteurs de forêt trop pauvres en jeunes tiges d'essences de valeur ou à répartition irrégulière sur le terrain, ou encore dans le cas de peuplements denses sans régénération naturelle et lorsque l'aménagiste décidera de recréer la forêt sur des zones antérieurement défrichées par les agriculteurs ou les éleveurs. Dans ces cas, il lui faudra connaître les exigences mycorhiziennes de ces essences ainsi que le statut mycorhizien des sites à reboiser.

Cependant, les connaissances sur les associations mycorhiziennes des forêts tropicales humides restent fragmentaires, tant sur les aspects quantitatifs de la distribution de différents types mycorhiziens que sur leur contribution dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers tropicaux. Des inventaires sur le statut mycorhizien d'espèces végétales ont été conduits en zone intertropicale (Béreau et Garbaye, 1994 ; Lodge, 1987) et en Afrique (Newbery *et al.*, 1988 ; Redhead, 1968). Mais le statut mycorhizien des bois tropicaux couramment exploités ainsi que leur distribution restent mal connus en forêt humide du Bassin du Congo.

Le but de cette investigation était de déterminer les types mycorhiziens des principales essences (commerciales, socialement importantes pour les populations locales et à signification écologique particulière) de la forêt humide du sud Cameroun. D'autre part, il s'agissait de déterminer la distribution des associations mycorhiziennes à travers la zone de recherche du Programme Tropenbos Cameroun (PTC).

Cadre de l'étude

La zone de recherche du Programme Tropenbos Cameroun (PTC) est située dans le golfe de Guinée, en forêt atlantique biafréenne du sud Cameroun (Letouzey, 1968, 1985). Elle consiste en une mosaïque de forêts primaires et secondaires, de jachères à *Chromolaena odorata* et forestières. Le climat est tropical typique avec quatre saisons dont deux pluvieuses (mi-mars / mi-juin ; mi-août / mi-novembre) et sèches. La pluviosité moyenne varie entre 1 500-1 900 mm par an (période 1994-1998). Le socle est composé de roches métamorphiques du Précambrien et d'anciennes intrusions volcaniques. Les sols sont ferrallitiques bruns - jaunes et sablo-limono-argileux dans les basses terres du sud-ouest. Ils deviennent bruns, fortement à très fortement argileux, respectivement dans les parties septentrionale, centrale et orientale (Gemerden et Hazeu, 1997).

Matériels et méthodes

Critères de choix d'espèces végétales

Deux catégories d'espèces végétales ont été choisies pour l'étude : des essences actuellement et potentiellement exploitées d'une part, des espèces arborées procurant des produits forestiers non-ligneux aux populations locales, quelques essences pionnières et celles formant des peuplements d'autre part (tableau 2). Trois espèces locales de *Gnetum* ont été aussi retenues, en raison de leur statut mycorhizien particulier, au regard de leur position botanique et surtout de leur importance nutritive, sociale et économique (Shiembo *et al.*, 1996).

Au total, cent essences ont été sélectionnées dont 40 actuellement commercialisées, 30 potentiellement exploitables et 30 autres d'importance variable (tableau 2). Toutes les espèces d'*Ekop* rencontrées ont été incluses. *Ekop* est le nom pilote désignant un groupe de onze genres appartenant aux Caesalpiniaceae englobant *Brachystegia*, *Cynometra*, *Didelotia*, *Julbernardia*, *Monopetalanthus*, *Paraberlinia*, *Plagiosiphon*, *Stemonocoleus*, *Talbotiella*, *Tetraberlinia* et *Toubaouate* (Letouzey, 1983).

Parmi les essences sélectionnées, 90 % et 37,5 % sont respectivement parmi les plus exploitées et exportées, dans la région de Kribi et dans le reste du pays, 83 % sont actuellement commercialisées au Cameroun, 17 % sont des essences peu connues mais ayant un potentiel commercial futur et 44 % sont des essences qui procurent des produits forestiers non ligneux utiles aux populations locales (Dijk, 1997).

Sites d'étude et parcelles expérimentales

Trois sites ont été choisis dans la zone de recherche du PTC. La localisation et quelques caractéristiques géophysiques des sites sont consignées dans le tableau 1. Dans chaque site, deux parcelles de deux hectares (200 m x 100 m) ont été sélectionnées et mises en place en forêt primaire. Une forêt primaire désigne une parcelle de forêt relativement intacte et qui, pour l'essentiel, n'a pas été touchée par l'activité de l'homme au cours des soixante à quatre-vingt dernières années (Banque Mondiale, 1992). Chaque parcelle a été ensuite subdivisée en dix sous-parcelles de 0,2 hectares (20 m x 100 m) et chaque sous-parcelle a été scindée enfin en cinq carrés de 0,04 hectares (20 m x 20 m). Dans chaque carré, perchis, gaulis, juvéniles et individus adultes des essences sélectionnées ont été identifiés au niveau spécifique, le nombre de tiges dénombré et la circonférence à hauteur de poitrine d'homme mesurée. La surface terrière de chaque taxon a été déduite ainsi que la moyenne et la fréquence.

Dans chaque site, tous les peuplements ont été examinés afin d'identifier et de dénombrer les essences dominant la canopée.

Tableau 1 : localisation et caractéristiques physico-chimiques des sites de recherche du Programme Tropenbos Cameroun

| Sites de recherche | Ebimimbang | Ebom | Nyangong |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Coordonnées géographiques | 3°02.67'N, 10°28.25'E | 3°04.73'N, 10°41.24'E | 2°58.11'N, 10°45.18'E |
| Altitude (m) | 100 | 440 | 550 |
| Pluviosité (mm) | 1556* | 1987* | 1677* |
| Types de sol | Ultisols | Ultisols, Oxisols | Oxisols |
| Argile (%)** | 10-40 | 40-60 | 60-80 |
| PH (eau) | 6,1 | 4,7 | 4,3 |
| Carbone (%) | 1,69 | 2,26 | 2,21 |
| Azote (%) | 0,15 | 0,18 | 0,19 |
| Phosphore(µm/ml sol) | 0,01 | 0,005 | 0,002 |

*Données de pluviosité moyenne collectées de septembre 1995 à septembre 1997

** Données empruntées de Gemerden et Hazeu (1997)

Collecte des racines

Les racines fines, récoltées directement à partir de racines secondaires rattachées au collet, étaient scindées en échantillons ectomycorhiziens ou non. Les racines ectomycorhiziennes (ECM) étaient collectées avec la terre et la litière, puis, enveloppées dans du papier aluminium. Les autres racines étaient rincées à l'eau, placées dans des sachets plastiques et conservées dans une solution à 50 % d'alcool de laboratoire à 95 %. La collecte de racines a eu lieu pendant la période de juillet - août 1996.

Préparation et observation des racines

Les racines ectomycorhiziennes étaient placées dans une large boîte de pétri contenant de l'eau de robinet, délicatement rincées, puis, observées à travers une loupe à dissection à un grossissement de 6,4 à 40. Une ectomycorhize était décrite à partir de la couleur du manteau, de la longueur et de la forme des bouts racinaires enflés. Cette description macromorphologique était complétée par des préparations de fines sections des bouts racinaires ectomycorhiziens, montées entre lame et lamelle, légèrement écrasées, puis, observées sous microscope à un grossissement de 10 à 40, afin d'étudier l'anatomie du manteau et du réseau de Hartig (Agerer, 1991).

Les autres racines étaient d'abord rincées trois fois à l'eau de robinet, puis, placées dans 10 % de potasse (KOH) pendant 24 heures (Philips et Hayman, 1970). Les racines fortement pigmentées étaient blanchies dans une solution alcaline de peroxyde (Kormanik et McGraw, 1982). Ensuite, elles étaient acidifiées dans une solution à 1 % de HCl pendant trois minutes et finalement colorées à une solution de la fuchsine acide pendant 2 à 3 jours. Le colorant était préparé selon la méthode de Kormanik, Bryan et Schultz (1980). Enfin, les racines colorées étaient décolorées pendant 2 à 3 jours dans une solution d'acide lactique dépourvue de la fuchsine acide.

Les racines ainsi préparées étaient examinées à travers la loupe à dissection et sous microscope optique à différents grossissements. Un échantillon de racine était considéré comme portant des mycorhizes à arbuscules et vésicules (MAV) lorsque l'une au moins des structures caractéristiques suivantes étaient observées : points de pénétration, arbuscules, vésicules, hyphes intra et intercellulaires, cloisons d'hyphes, corps ou vésicules auxiliaires sur les hyphes externes (caractéristiques des Gigasporineae, *Gigaspora* et *Scutellospora*). Cet examen microscopique a permis de distinguer les espèces MAV et ECM.

Résultats

Statut mycorhizien des espèces sélectionnées

Sur les 100 essences choisies, les associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules (MAV) ont été observées chez 70 d'entre elles. Les taxons de toutes les familles de plantes étudiées portaient des associations MAV. Les associations ectomycorhiziennes (ECM) ont été observées chez 28 espèces d'arbres et 3 espèces de *Gnetum*. Les associations ECM étaient restreintes aux seuls taxons des Caesalpiniaceae, Gnetaceae et Uapacaceae. Quelques associations mycorhiziennes mixtes ont été enregistrées pour les genres *Afzelia* et les espèces *Uapaca guineensis*, *Anthonotha fragrans* et *Gnetum sp.* (tableau 2). En général, les structures MAV y étaient peu nombreuses et localisées dans des portions de racines dépourvues de structures ECM.

Tableau 2 : liste des essences sélectionnées selon leur catégorie/importance économique, sociale et écologique ainsi que leur statut mycorhizien

| Famille et espèces | Catégories/Importance | MAV | ECM |
|--|--------------------------------------|-----|-----|
| Anacardiaceae | | | |
| <i>Antrocaryon klaineanum</i> Pierre | T ^a <0,01 | + | |
| <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. | N/18 | + | |
| Annonaceae | | | |
| <i>Enantia chlorantha</i> Oliv. | N/38 | + | |
| <i>Hexalobus crispiflorus</i> A. Rich. | N/5 | + | |
| Apocynaceae | | | |
| <i>Alstonia boonei</i> De Wild. | N/19 | + | |
| <i>Picralima nitida</i> (Staf.) Th. & H. Dur | N/6 | + | |
| Burseraceae | | | |
| <i>Canarium schweinfurthii</i> Engl. | T ^a /0,64 | + | |
| Clusiaceae | | | |
| <i>Garcinia kola</i> Heckel. | N/4 | + | |
| <i>Garcinia lucida</i> Vesque | N/E | + | |
| Combretaceae | | | |
| <i>Terminalia superba</i> Engl.& Diel. | T ^a /6,57 | + | |
| Ebenaceae | | | |
| <i>Diospyros spp.</i> Hiern | T ^p | + | |
| Euphorbiaceae | | | |
| <i>Alchornea cordifolia</i> (Schumm.& Thon.) Müll.Arg. | E | + | |
| <i>Drypetes gossweileri</i> S.Moore | N | + | |
| <i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Pax | T ^a /1,01/15 | + | |
| Gnetaceae | | | |
| <i>Gnetum africanum</i> Welw. | N | | + |
| <i>Gnetum buchholzianum</i> Engl. | N | | + |
| <i>Gnetum sp.</i> | N | (+) | + |
| Humiriaceae | | | |
| <i>Sacoglottis gabonensis</i> (Baill.)Urb. | E | + | |
| Irvingiaceae | | | |
| <i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lec.ex O'Rorke) Baill. | N/32 | + | |
| Leguminosae-Caesalpinioideae | | | |
| <i>Afzelia bipindensis</i> Harms | T ^a /3,23 | (+) | + |
| <i>A. pachyloba</i> Harms | T ^a /0,48 | (+) | + |
| <i>Amphimas ferrugineus</i> Harms | T ^b | + | |
| <i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms | T ^b | + | |
| <i>Anthonotha fragrans</i> (Bakerf.) Exell & Hillcoat | T ^b | (+) | + |
| <i>Anthonotha macrophylla</i> P. de Beauvois | T ^b | | + |
| <i>Brachystegia cynometroides</i> Harms | T ^a /3,41/E (Ekop naga) | | + |
| <i>B. eurycoma</i> Harms | T ^b /E (Ekop evene) | | + |
| <i>B. zenkeri</i> Harms | T ^b /E (Ekop leké) | | + |
| <i>Berlinia bracteosa</i> Benth. | T ^a /0,01 | | + |
| <i>Berlinia confusa</i> Hoyle | T ^a /0,01 | | + |
| <i>Cynometra hankei</i> Harms * | T ^b /E (Ekop Nganga) | | + |
| <i>Cynometra sanagaensis</i> Aubrév.* | T ^b | | + |
| <i>Daniellia ogea</i> Roffe | T ^a /0,03 | + | |
| <i>Detarium macrocarpum</i> Harms | T ^a /0,05 | + | |
| <i>Dialium spp.</i> Harms | T ^b | + | |
| <i>Didelotia letouzeyi</i> Pellegr. | T ^a /3,41/E (Ekop ngombe) | | + |
| <i>D. africana</i> Baill. | T ^b /E (Ekop rouge) | | + |
| <i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill. | T ^a /4,47 | + | |
| <i>Erythrophleum ivorense</i> A.Chev. | T ^a /13,5 | +@ | |
| <i>Gilbertiodendron brachystegioides</i> J. Léonard | T ^a /E | | + |
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> J. Léonard | T ^a /E | | + |
| <i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> (Vermoesen) Harms | T ^a /0,51 | + | |

| | | | |
|---|-------------------------------------|-------|---|
| <i>Guibourtia tessmannii</i> (Harms) J. Leonard | T ^a /0,14 | + | |
| <i>Julbernardia sereti</i> (De Wild.) Troupin | T ^b /E (Ekop blanc) | | + |
| <i>Monopetalanthus letestui</i> Pellegr | T ^b /E (Ekop mayo) | | + |
| <i>M. microphyllus</i> Harms | T ^b /E (Ekop mayo Ngang) | | + |
| <i>Oxystigma buchholzii</i> Harms | T ^b /E | + | |
| <i>Oxystigma mannii</i> (Baill.) Harms | T ^b /E | + | |
| <i>Pachyelasma tessmannii</i> (Harms) | T ^b /E | + | |
| <i>Paraberlinia bifoliolata</i> Pellegr. | T ^b /E (Ekop beli) | | + |
| <i>Plagiosiphon longitubus</i> (Harms) J. Léonard * | T ^b /E (Ekop J) | | + |
| <i>Plagiosiphon multijugus</i> (Harms) J. Léonard * | T ^b /E (Ekop I) | | + |
| <i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms | N | + | |
| <i>Talbotiella batesii</i> Baker.* | T ^b /E (Ekop gh) | | |
| <i>Tetraberlinia bifoliolata</i> (Harms) Hauman | T ^a /3,41/E (Ekop ribi) | | + |
| <i>Toubaouate brevipaniculata</i> * (J. Léonard) | T ^b /E (Ekop zing) | | + |
| Aubrév&Pellegr. | | | + |
| Leguminosae-Mimosoideae | | | |
| <i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms | N | + | |
| <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth. | N | + | |
| <i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.f.) Brenan | T ^a /1,25 | + | |
| Leguminosae-Papilionoideae | | | |
| <i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub. | T ^a /2,73 | + @ @ | |
| <i>Pterocarpus mildbraedii</i> Harms | T ^b | + @ @ | |
| Loganiaceae | | | |
| <i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg | E | + | |
| Meliaceae | | | |
| <i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.)C.DC | T ^a /0,82 | + | |
| <i>E. candollei</i> Harms | T ^a /0,56 | + | |
| <i>E. cylindricum</i> (Sprague) Sprague | T ^a /0,84 | + | |
| <i>E. utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague | T ^a /4,93 | + | |
| <i>Guarea cedrata</i> (A.Chev.) Pellegr. | T ^a /1,27 | + | |
| <i>Khaya ivorensis</i> A.Chev | T ^a /3,56 | + | |
| <i>Lovoa trichilioides</i> Harms | T ^a /6,41 | + | |
| Moraceae | | | |
| <i>Musanga cecropioides</i> R.Br.ex Tedlie | E | + | |
| <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg | T ^a /0,86 | + | |
| Myristicaceae | | | |
| <i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb. | T ^a | + | |
| <i>Staudtia kamerunensis</i> Warb. | T ^a /2,2 | + | |
| Ochnaceae | | | |
| <i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn.f | T ^a /56,8 | + | |
| Olacaceae | | | |
| <i>Coula edulis</i> Baill. | N/42 | + | |
| <i>Ongokea gore</i> (Hua) Pierre | T ^b | + | |
| <i>Strombosia grandifolia</i> Hook.f.ex Benth. | E | + | |
| Pandaceae | | | |
| <i>Panda oleosa</i> Pierre | T ^b | + | |
| Rhizophoraceae | | | |
| <i>Poga oleosa</i> Pierre | N | + | |
| Rubiaceae | | | |
| <i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild. & Th. Dur.) Merrill | T ^a /0,18 | + | |
| <i>Pausynistalia johimbe</i> (K. Schumm) Pierre & x Beille | N | + | |
| <i>Hallea ciliata</i> Aubrév. & Pellegr. | T ^a /0,18 | + | |
| Rutaceae | | | |
| <i>Fagara heitzii</i> Aubrév. & Pellegr. | T ^a /1,16 | + | |
| Sapindaceae | | | |
| <i>Allophylus schweinfurthii</i> Gilg. | E | + | |
| <i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk. | E | + | |
| <i>Deinbollia pycnophylla</i> Gilg ex Radlk. | E | + | |
| <i>Eriocoelum macrocarpum</i> Gilg ex Radlk. | E | + | |

| | | | |
|--|-----------------------|-----|---|
| Sapotaceae | | | |
| <i>Aningeria robusta</i> Aubrév. & Pellegr. | T ^a | + | |
| <i>Austranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev. | T ^b | + | |
| <i>Baillonella toxisperma</i> Pierre | T ^a /0,4/N | + | |
| <i>Chrysophyllum</i> sp. Linn. | T ^b | + | |
| <i>Gambeya africana</i> (Bak.) Pierre | T ^a | + | |
| <i>Omphalocarpum procerum</i> P.Beauv. | T ^a | + | |
| Sterculiaceae | | | |
| <i>Eribroma oblonga</i> (Mast.) Bod. | T ^a /2,09 | + | |
| <i>Pterygota macrocarpa</i> K. | T ^b | + | |
| Uapacaceae | | | |
| <i>Uapaca acuminata</i> (Hutch.) Pax & K. Hoffn. | E | | + |
| <i>U. guineensis</i> Müell. Arg. | N/12 | (+) | + |
| <i>U. staudtii</i> Pax | E | | + |
| <i>U. vanhouttei</i> De Wild. | E | | + |
| Ulmaceae | | | |
| <i>Celtis</i> spp Linn. | T ^b | + | |
| <i>Trema orientalis</i> (Linn.) Blume | E | + | |

- T^a : essences actuellement exploitées et exportées par les compagnies forestières locales. Les chiffres suivant l'exposant se réfèrent au pourcentage de volume sorti du port de Kribi durant l'année fiscale 1994-1995.
- T^b : essences potentiellement exploitables dans le futur. Ces essences figurent dans la liste B confectionnée au PTC à cet effet.
- N : espèces d'arbres procurant des produits forestiers autres que le bois d'œuvre tels que les fruits, fibres, noix, écorces ou ayant des effets médicinaux ou une valeur culturelle. Les chiffres indiquent le nombre de fois les personnes interviewées ont trouvé que l'arbre est important pour être considéré lors de l'exploitation forestière (Dijk, 1997).
- E : espèces pionnières ou climatiques formant des peuplements.
- T^p : essences totalement protégées par la loi forestière du Cameroun.
- MAV : Mycorhizes à arbuscules et vésicules
- ECM : Ectomycorhizes
- * : Il s'agit du statut mycorhizien préliminaire de ces espèces
- @ : présence de nodules seulement au stades jeune plant et juvénile
- @@ : présence de nodules à tous les stades de développement
- (+) : peu de structures MAV

Composition floristique et associations mycorhiziennes

La densité relative des essences sélectionnées a été respectivement de 452, 584 et 368 tiges par hectare et la surface terrière relative de 0,73 ; 0,49 et 0,64 m²/ha. Les espèces les plus abondantes et les plus émergentes ont été *Diospyros* spp. et *Ekop* spp. en basse altitude, *Staudtia kamerunensis* et *Pycnanthus angolensis* en altitude moyenne et *Uapaca* spp. en haute altitude (tableau 3).

Les associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules dominent toutes les formations végétales, des forêts primaires et secondaires aux jachères forestières et à *Chromolaena odorata*. Cependant, il subsiste de nombreuses lianes ectomycorhiziennes de *Gnetum* dans les jachères à *C. odorata*. Par ailleurs, de nombreux individus d'essences ectomycorhiziennes de *Uapaca*, *Anthonotha* et *Afzelia* existent également dans des jachères forestières.

Le pourcentage des essences ectomycorhiziennes dans les parcelles de forêt primaire a été respectivement de 47,3 ; 39,7 et 54,7 % en zone de basse, moyenne et haute altitude. En zone d'altitude moyenne, les essences ectomycorhiziennes se présentaient surtout individuellement, éparpillées dans la masse d'espèces à MAV ; deux peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* y existent dont l'un au fond d'une vallée temporairement inondée et l'autre le long de la rive d'une rivière. En basse et haute altitude, les essences ectomycorhiziennes apparaissent surtout regroupées en peuplements de composition floristique variable.

En basse altitude, les peuplements sont dominés par les *Ekop* et apparaissent sur terre ferme. En zone de haute altitude, ils sont dominés par les *Uapaca* associés aux *Ekop* et dans une moindre mesure, à quelques individus de *Gilbertiodendron dewevrei* ; ici, ces regroupements colonisent surtout sur les collines (tableau 3).

C'est autour de ces peuplements dominés par des essences ectomycorhiziennes que les carpophores de champignons ectomycorhiziens sont régulièrement observés et collectés pour description et identification.

Tableau 3 : importance relative des associations mycorhiziennes et leur contribution à la surface terrière des parcelles de forêt non perturbée en fonction de l'altitude

| Sites expérimentaux | Basse altitude | Altitude moyenne | Forte altitude |
|---|-----------------------|------------------------------|--------------------|
| Nombre total de tiges | 452 | 368 | 584 |
| Nombre de tiges d'espèces ectomycorhiziennes | 98 | 69 | 129 |
| Pourcentage des tiges ECM par ha | 21,7 | 11,8 | 35,0 |
| Surface terrière (ST) totale (m ² . ha ⁻¹) | 0,73 | 0,49 | 0,64 |
| ST des espèces ECM (m ² . ha ⁻¹) | 0,34 | 0,19 | 0,35 |
| Pourcentage de ST d'espèces ECM | 47,3 | 39,7 | 54,7 |
| Espèce la plus abondante | <i>Diospyros spp.</i> | <i>Staudtia kamerunensis</i> | <i>Uapaca spp.</i> |
| Espèce la plus émergente | <i>Ekop spp.</i> | <i>Pycnanthus angolensis</i> | <i>Uapaca spp.</i> |

"Ekop" est un nom pilote de genres de la famille des Caesalpiniaceae rencontrés au Nigeria, au Congo et en République Démocratique du Congo mais largement répandus au Cameroun. Il fut donné par des prospecteurs locaux ignorants des noms de certaines espèces et qui pouvaient être changés par les exploitants forestiers (Letouzey et Mouranche, 1952). Il s'agit de : *Brachystegia*, *Cynometra*, *Didelotia*, *Julbernardia*, *Monopetalanthus*, *Paraberlinia*, *Plagiosiphon*, *Stemonocoleus*, *Talbotiella*, *Tetraberlinia*, *Toubaouate*. Au Cameroun, à l'exception de *Stemonocoleus*, les espèces d'*Ekop* se rencontrent surtout dans la région de Bipindi (Letouzey, 1983, 1985 ; Letouzey et Mouranche, 1952).

Discussions

Abondance des associations mycorhiziennes

Les associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules (MAV) ont été enregistrées chez 70 % sur 100 essences inventoriées. Environ 31 % d'espèces recensées forment des associations ECM. Peu d'associations mixtes ont été observées. Il n'y avait pas de racines sans mycorhizes. Nos résultats concordent avec ceux obtenus ailleurs en forêt d'Afrique tropicale (Fassi et Moser, 1991 ; Thoen et Ba, 1989 ; Newbery *et al.*, 1988), qui rapportent la prédominance des associations MAV dans la plupart des formations végétales tropicales alors que les associations ECM sont minoritaires.

Jusqu'à la dernière décennie, il a été signalé que les espèces ectomycorhiziennes sont marginales sous les Tropiques (Alexander et Högberg, 1986 ; Malloch *et al.*, 1980). Dans notre étude, les associations ectomycorhiziennes ont été enregistrées chez 16 genres et 28 espèces d'arbres dont la plupart sont des *Ekop*. C'est la première fois qu'un nombre aussi élevé d'espèces, en particulier le groupe des *Ekop*, est ainsi rapporté comme formant des associations ECM dans un écosystème d'Afrique incluant notamment les genres *Plagiosiphon*, *Talbotiella* et *Toubaouate*.

Mais, le statut mycorhizien des *Ekop* du genre *Stemonocoleus* reste inconnu, car ces derniers n'existent pas dans la zone de recherche du PTC, mais sont signalés ailleurs au Cameroun. La plupart des *Ekop* observés ont été rencontrés en basse altitude. Certaines espèces de ce groupe seraient endémiques à la région de Bipindi (Letouzey, 1983, 1985), impliquant une nécessité de conservation.

En général, les espèces ECM africaines se recrutent surtout dans la tribu Amherstiae des Caesalpinoideae (Thoen, 1993). 77 % d'espèces ECM étudiées ont appartenu à cette tribu. Les autres espèces ECM appartiennent aux Uapacaceae et aux Gnetaceae (tableau 2). La liane *Gnetum africanum* a été l'une des premières espèces ECM africaines (Fassi, 1957). Dans notre étude, deux autres espèces de *Gnetum* ont été examinées ; elles portaient toujours des ECM en grande quantité. Ce qui suggère leur forte dépendance ectomycorhizienne nécessitant ainsi la présence d'inoculum ECM pour leur domestication. Il apparaît ainsi que les méthodes d'exploitation de ces lianes par les populations locales sont probablement durables. Car, pour la récolte des lianes de *Gnetum*, ces populations tirent sur les lianes sans déterrer les souches, permettant ainsi aux souches de *Gnetum* de se régénérer aux mêmes endroits, où existent déjà de l'inoculum ectomycorhizien approprié.

Des associations mycorhiziennes mixtes ont été observées chez quatre espèces. Normalement, les espèces de plantes d'un même genre possèdent le même type de mycorhizes et ces relations sont généralement consistantes au sein d'une famille (Newman et Reddell, 1987). Cette forte corrélation entre la phylogénie et les associations mycorhiziennes a été observée pour la plupart des familles, à l'exception des familles ectomycorhiziennes. Vingt-quatre et onze espèces de la famille des Caesalpiniaceae forment respectivement des associations ECM et MAV. Les structures des MAV sont apparues accidentelles chez *Anthonotha*, peu abondantes chez *U. guineensis* et *Gnetum sp.* Mais, elles étaient plus fréquemment observées chez *Afzelia*. Ailleurs, les racines de *Gnetum africanum* (Fassi et Moser, 1991), celles de *Afzelia africana* et celles de *Uapaca guineensis* (Thoen et Ba, 1989) ont été observées avec des structures MAV. Au demeurant, la signification physiologique de telles associations mycorhiziennes mixtes reste mal connue dans le continuum des relations de parasitisme et mutualisme entre les plantes - hôtes et les champignons mycorhiziens.

Distribution des associations mycorhiziennes

Les écosystèmes forestiers des zones tropicales sont normalement dominés par des associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules, en raison peut être de la non-spécificité des champignons MAV pour leurs hôtes et de leur faible diversité comparativement aux champignons ECM.

Cependant, quoiqu'en nombre d'espèces végétales inférieur par rapport aux premières et à étendue généralement limitée, les associations ectomycorhiziennes sont apparues par endroits en dominance. A travers toute la zone d'étude, des peuplements dominés par des essences ectomycorhiziennes à composition floristique et variable selon l'altitude ont été observés. En zone de moyenne altitude, les tiges d'essences ECM étaient relativement peu abondantes et sont apparues éparpillées au sein d'une mosaïque d'espèces MVA. Par contre, elles étaient plus nombreuses et toujours groupées en îlots en zones de basse et haute altitude. En outre, l'espèce la plus émergente à ces altitudes était constituée respectivement par les *Ekop* et les *Uapaca*.

Dans la forêt sempervirente du Parc National de Korup, au sud-ouest Cameroun, de larges peuplements, dominés par trois espèces émergentes de Caesalpiniaceae, *Microberlinia*, *Tetraberlinia* et *Didelotia*, ont été observés uniquement en zone de basse altitude alors qu'ils étaient absents en zone de haute altitude à fortes pentes (Gartlan *et al.*, 1986). Dans les forêts du district congolais du Dja au sud Cameroun, *Gilbertiodendron dewevrei* forme aussi de nombreux peuplements monodominants sur des sols ferrallitiques rouges ainsi que *Uapaca paludosa* dans un grand nombre de vallées (Letouzey, 1968, 1985).

Ailleurs en Afrique, des peuplements dominés par des espèces de Caesalpiniaceae ont été observés de part et d'autre de l'Equateur, notamment, ceux de *Afzelia africana* en Casamance, au Sénégal (Thoen et Ba, 1989) et ceux de principales espèces ectomycorhiziennes (*Brachystegia*, *Julbernardia*) des forêts claires de la zone Soudanienne et Zambézienne sur des sols variés (Högberg, 1982).

Par conséquent, le comportement grégaire de certains taxons de la sous-famille des Caesalpinoideae ne dépendrait pas entièrement de la nature du sol et ces taxons ne seraient pas confinés uniquement aux sols à bas taux de phosphore disponible, d'autant que des différences morpho-physiologiques entre espèces MAV et ECM voisines n'ont pas encore été démontrées dans tous ces sols. Des études récentes à Korup ont montré que dans les mêmes conditions de sols pauvres en phosphore, des espèces MAV et ECM avaient le même taux de croissance (Moyersoan *et al.*, 1998). Dans notre étude, les peuplements dominés par des essences ECM ont été observés à la fois dans des sols à texture sableuse et très fortement argileuse de basse et haute altitudes et dans des sols à hydromorphie temporaire, donc mal drainés, en zone d'altitude moyenne. Donc, des hypothèses autres que l'amélioration de la compétitivité nutritive en sols pauvres (Newbery *et al.*, 1988) pourraient expliquer le confinement grégaire de certains taxons des Caesalpinoideae. Ces derniers auraient co-évolué avec les champignons ECM en adaptation à des habitats spécialisés (Fitter et Moyerseon, 1996). Les espèces ectomycorhiziennes africaines sont climaciques. Leur distribution reculerait donc sous l'influence conjuguée des variations du paléoclimat (Maley et Brenac, 1998) et de l'action anthropique. En conséquence, les peuplements observés actuellement apparaissent comme des reliques des formations végétales passées de la forêt tropicale humide (Rietkerk *et al.*, 1995).

La contribution des essences ECM à la surface terrière a été d'au moins 40 % (tableau 3). Alexander, cité par Högberg et Pearce (1986), l'a estimée entre 10 et 55 % dans la forêt du Parc de Korup. Dans les forêts claires d'Afrique centrale et de l'est, les peuplements de *Brachystegia* et *Julbernardia* s'étalent sur plusieurs centaines d'hectares (Högberg, 1982). Donc, les essences ectomycorhiziennes peuvent constituer une part importante des canopées des forêts humides d'Afrique.

Conclusions

Toutes les essences observées portaient des mycorhizes. Les essences actuellement et potentiellement commercialisées, ainsi que celles importantes pour les populations locales forment surtout des associations mycorhiziennes à arbuscules et vésicules, largement répandues dans la majorité des formations végétales. Ce qui requiert une gestion durable des associations mycorhiziennes indigènes par des pratiques culturales appropriées. D'autre part, les associations ectomycorhiziennes existent aussi en nombre inférieur mais groupées par endroits en peuplements où elles dominent la canopée. Par conséquent, ces modes de distribution des essences ectomycorhiziennes constituent des bases rationnelles pour la définition d'aires de conservation en forêt tropicale humide.

Par ailleurs, de tels sites nécessitent des techniques de sylviculture appropriées afin d'éviter la destruction de systèmes mycorhiziens du sol dont dépendent les essences présentes pour leur mycorhization. Aussi, convient-il de définir clairement l'emplacement de tels sites lors des inventaires forestiers d'aménagement.

Bibliographie

- AGERER K., 1991. Characterisation of ectomycorrhiza. *Methods in Microbiology*. 23 : 25-73.
- ALEXANDER I.J., Högberg P., 1986. Ectomycorrhizae of tropical angiosperm trees. *New Phytologist*. 102 : 541-549.
- BANQUE MONDIALE, 1992. The forest sector. A World Bank policy paper. International Bank for Reconstruction and Development. II. Series, 110 p.
- BEREAU M., GARBAYE J., 1994. First observations on the root morphology and symbioses of 21 major tree species in the primary tropical rainforest of French Guyana. *Ann. Sci. For.* 51 : 407-416.
- CATINOT R., 1997. L'aménagement durable des forêts denses tropicales humides. ATIBT, SCYTALE eds, Paris, 100 p.
- DIJK H. VAN, 1997. Inventory of the names and functions of non-timber forest product species. Final report. Tropenbos Cameroon Programme (TCP), Kribi, Cameroon, 62 p.
- FASSI B., 1957. Ectomycorrhizie chez *Gnetum africanum* Wele. Due à *Scleroderma sp.* *Bull. Soc. Mycol. France*. 73 : 280-286.
- FASSI B., MOSER M., 1991. Mycorrhizae in the natural forests of tropical Africa and the Neotropics. *In* : Funch, Piante e Suolo, Fontana, A ed. Centro di studio Micologia del Consiglio nazionale delle Ricerche, Torino, Italy, p. 183-202.
- FITTER A.H., MOYERSON B., 1996. Evolutionary trends in root-microbe symbioses. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 351 : 1367-1375.
- GARTLAN J.S., NEWBERY D., THOMAS D.W., WATERMAN P.G., 1986. The influence of topography and soil phosphorus on the vegetation of Korup forest reserve, Cameroon. *Vegetatio*. 65 : 131-148.
- GEMERDEN B.S. VAN, HAZEU G.W., 1997. Landscape ecological survey (1 : 100 000) of the Bipindi - AkomII Lolodorf region in South West Cameroon. Tropenbos Cameroon Programme SC-DLO report, Wageningen, The Netherlands, 141 p.
- HÖGBERG P., 1982. Mycorrhizal associations in some woodland and forest trees and shrubs in Tanzania. *New Phytol.* 92 : 407-415.
- HÖGBERG P., PEARCE G.D., 1986. Mycorrhizas in Zambian trees in relation to host taxonomy, vegetation type and successional patterns. *J. Ecol.* 74 : 775-785.
- KORMANIK P.P., MCGRA W., 1982. AC Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. *In* : Methods and Principles of Mycorrhizal Research. (Schenck NC, ed.) Univ. Florida Ann. Phytopathol. Soc. St Paul, Minnesota, p. 37-45.
- KORMANIK P.P., BRYAN W.C., SCHULTZ R.C., 1980. Procedure and equipment for staining numbers of plant root samples for endomycorrhizal assays. *Can. J. Microbiol.* 26 : 536-538.
- LETOUZEY R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. *Encyclopédie biologique* LXIX, P. Le Chevalier Eds, 511 p.
- LETOUZEY R., 1983. Manuel de botanique forestière. Afrique tropicale. Tome 2A, Centre Technique Forestier Tropical, 94-Nogent S/Marne, France.
- LETOUZEY R., 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500 000. 30 p.
- LETOUZEY R., MOURANCHE R., 1952. Ekop du Cameroun. Publ. #4. Centre Technique Forestier Tropical, 94-Nogent S/Marne, France.

- LODGE D.J., 1987. Resurvey of mycorrhizal associations in the El verde rain forest, Puerto Rico. *In* : Mycorrhizal in the next decade. Sylvia D.M., Hung L.L., Graham J.H. eds. Univ. Florida, Gainesville, 127 p.
- MALEY J., BRENAC P., 1998. Vegetation dynamics, palaeoenvironments and climatic changes in the forests of western Cameroon during the last 28 000 years B.P. *Rev. Palaeobotany and Palynology*. 99 :157-187.
- MALLOCH D.W., PIROZINSKI K.A., RAVEN P.H., 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbiosis in vascular plants (a review). *Proc. Natl. Acad. USA*. 77 : 2113-2118.
- MOYERSOEN B., ALEXANDER I.J., FITTER A.H., 1998. Phosphorus nutrition of ectomycorrhizal fungi and arbuscular mycorrhizal tree seedlings from a lowland tropical rain forest in Korup National Park.. *New Phytol*. 14 : 47-61.
- NEWBERY D.M.C.C., ALEXANDER I.J., ROTHER J.A., 1996. Phosphorus dynamics in lowland african rainforest : the influence of ectomycorrhizal trees. *Ecology Monographs*. 67 (3) : 367-409.
- NEWBERY D.M., ALEXANDER I.J., THOMAS D.W., GARTLAN J.S., 1988. Ectomycorrhizal rain forest legumes and soil phosphorus in Korup National Park, Cameroon. *New Phytol*. 109 : 33-50.
- NEWMAN E.I., REDDELL I.P., 1987. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist*. 106 : 745-751.
- PHILIPS J.M., HAYMAN D.S., 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 55 : 158-160.
- REDHEAD J.F., 1968. Mycorrhizal associations in some Nigerian trees. *Trans. Br. Mycol. Soc*. 51 : 377-387.
- ST JOHN T.V., 1980. A survey of mycorrhizal infection in an Amazonian rain forest *Acta Amazonica*. 10 : 527-533.
- RIETKERK M., KETNER P., DE WILDE J.J.F.E., 1995. Caesalpinioideae and the study of forest refuges in Gabon : Preliminary results. *Bull. Mus. nl. Hist. Nat. Paris*, 4^e sér., 17 : Section *B. Adansonia*. 1 and 2 : 95-105.
- SHIEMBO P.N., NEWTON A.C., LEAKEY R.R.B., 1996. Vegetative propagation of *Gnetum africanum* Welw., a leafy vegetable from West Africa. *J. Hort. Science*. 71 (1) : 149-155.
- THOEN D., 1993. Looking for ectomycorrhizal trees and ectomycorrhizal fungi in tropical Africa. *In* : Aspects of tropical mycology. Isaac S., Frankland J.C., Watling R. & Whalley A.J.S. eds. Cambridge University Press, Cambridge.
- THOEN D., BA A.M., 1989. Ectomycorrhizas and putative ectomycorrhizal fungi of *Azelia africana* Sm. and *Uapaca guineensis* Mull. Arg. in Southern Senegal. *New Phytol*. 113 : 549-559.

Liste des abréviations rencontrées

ECM : associaton Ectomycorhizienne

MAV : association Mycorhizienne à Arbuscules et Vésicules

PTC : Programme Tropenbos Cameroun